TAXONOMIE VEGETALĂ

PAULINA ANASTASIU

III 300.503

editura universității din bucurești

BIBL. CENTR. UNIV.
M. EMINESCU" IAŞI
III 300.503

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

PAULINA ANASTASIU

TAXONOMIE VEGETALĂ

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

PAULINA ANASTASIU

551670

TAXONOMIE VEGETALĂ

458613
B.C.U. IASI

ALE

editura universității din bucurești®
2008

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Referenți științifici: Prof. dr. IOAN CRISTUREAN
Prof. dr. CĂTĂLIN TĂNASE

Imagini coperta I (de la stânga la dreapta și de sus în jos): *Arum orientale* M. Bieb., *Bromus commutatus* Schrad., *Ophrys scolopax* Cav., *Asimina triloba* (L.) M. F. Dunal, *Paeonia peregrina* Mill., *Anthemis tinctoria* L., *Lycopodium selago* L., *Picea abies* (L.) H. Karst., *Ephedra distachya* L. subsp. *monostachya* (L.) Riedl

Imagini coperta IV (de la stânga la dreapta și de sus în jos): *Potamogeton natans* L., *Caladium bicolor* (Ait.) Vent., *Ornithogalum refractum* Kit. ex Schltdl., *Nymphaea alba* L., *Lathraea squamaria* L., *Euphorbia myrsinites* L., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott, *Ulmus laevis* Pall., *Dianthus armeria* L., *Conocephalum conicus* (L.) Necker, Alge, *Salvinia natans* (L.) All., *Fagus sylvatica* L. Toate imaginile sunt originale.

© *editura universității din bucurești*®
Șos. Panduri, 90-92, București – 050663; Telefon / Fax: 021.410.23.84
E-mail: editura_unibuc@yahoo.com
Internet: www.editura.unibuc.ro

Tehnoredactare computerizată: *Victoria IACOB*

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României
ANASTASIU, PAULINA
Taxonomie vegetală / Paulina Anastasiu – București: Editura Universității din București, 2008
Bibliogr.
ISBN 978-973-737-596-4

581.4

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY
8 FEB 2010

Mulțumesc celor care mi-au insuflat dragostea de natură, de botanică în mod special, celor care m-au ajutat să-i dezvălui tainele. Mulțumesc, de asemenea, familiei mele care-mi este permanent alături.

BCU IAȘI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

CUPRINS

Introducere 9

I. Termeni, definiții; metode de cercetare 11
I.1. Termeni, definiții 11
I. 2. Metode de cercetare 11
II. Poziția plantelor în diverse sisteme de clasificare 14
III. Principii de taxonomie vegetală 17
III.1. Descrierea plantelor 17
III.2. Identificarea plantelor 17
III.3. Nomenclatura botanică 19
III.4. Clasificarea plantelor 24
III.4.1. Categorii taxonomice 24
III.4.2. Etape istorice în clasificarea plantelor 26
IV. Evoluția plantelor de-a lungul erelor geologice 35
V. De la alge la angiosperme 53
V.1. Evoluția aparatului vegetativ 53
V.2. Evoluția aparatului reproducător 55
VI. Principalele grupe taxonomice fotosintetizante 57
VI.1. Supraregn Prokarya 57
VI.1.1. Regn Bacteria (Monera) 58
VI.1.1.1. Încrengătura Cyanobacteria 58
VI.1.1.2. Încrengătura Oxychlorobacteria 66
VI.2. Supraregn Eukarya 67
VI.2.1. Regn Protoctista (Protista) 67
VI.2.1.1. Încrengătura Glaucocystophyta 68
VI.2.1.2. Încrengătura Chlorarachniophyta 69
VI.2.1.3. Încrengătura Rhodophyta 70
VI.2.1.4. Încrengătura Cryptophyta 77
VI.2.1.5. Încrengătura Dinophyta 81
VI.2.1.6. Încrengătura Chrysophyta 88
VI.2.1.7. Încrengătura Primnesiophyta 93
VI.2.1.8. Încrengătura Bacillariophyta 97
VI.2.1.9. Încrengătura Xanthophyta 103
VI.2.1.10. Încrengătura Phaeophyta 106
VI.2.1.11. Încrengătura Euglenophyta 114
VI.2.1.12. Încrengătura Chlorophyta 118
VI.2.1.13. Încrengătura Charophyta 129
VI.2.2. Regn Plantae 130

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

VI.2.2.1. Încrengătura Bryophyta 131
Clasa Anthocerotopsida 135
Clasa Marchantiopsida 136
Clasa Jungermaniopsida 138
Clasa Bryopsida 138
VI.2.2.2. Încrengătura Pteridophyta 141
Clasa Psilophytopsida 143
Clasa Psilotopsida 143
Clasa Lycopodiopsida 144
Clasa Equisetopsida 146
Clasa Pteridopsida 148
VI.2.2.3. Încrengătura Pinophyta 153
Clasa Cycadopsida 157
Clasa Ginkgoopsida 159
Clasa Pinopsida 160
Clasa Gnetopsida 165
VI.2.2.4. Încrengătura Magnoliophyta 168
Clasa Magnoliopsida 170
Clasa Liliopsida 234

Bibliografie 249
Index al denumirilor ştiinţifice 253

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

INTRODUCERE

Taxonomia vegetală, ca şi alte ştiinţe clasice, este în prezent considerată de către unii ca fiind o „disciplină învechită, retrogradă", o disciplină la studiul căreia ar trebui să se renunţe. Dar este oare aşa? Domenii moderne, de mare actualitate, precum genetica, biochimia, ecologia au ca subiect de studiu organismele. Acestea au **nume**, iar de numirea lor se ocupă *Taxonomia*. Apoi, pentru o cercetare corectă este nevoie ca organismul respectiv să fie bine delimitat, definit, adică trebuie să fie corect identificat. Iar de **identificarea** corectă a organismelor se ocupă *Taxonomia*. Adăugăm acestor aspecte şi faptul că o bună parte din biodiversitatea planetei noastre nu este cunoscută încă, iar *Taxonomiei* îi revine un rol important în descoperirea acestor organisme, în descrierea, identificarea şi numirea lor. Sunt ţări pe glob care au minimalizat importanţa acestei discipline şi au desfiinţat din universităţi cursurile de *Taxonomie*. S-a ajuns astfel la o criză a specialiştilor în domeniu, la o criză a taxonomiştilor, criză recunoscută pe plan mondial. Iată de ce, chiar în documente oficiale precum cele elaborate de părţile semnatare ale Convenţiei asupra Diversităţii Biologice, este recunoscută importanţa studiilor taxonomice, importanţa formării de taxonomişti.

Volumul de faţă îşi propune prezentarea unor noţiuni de bază din domeniul *Taxonomiei vegetale* precum şi a principalelor grupe de organisme fotosintetizante, organisme care în sens clasic sunt numite plante. Am inclus, prin urmare, atât bacteriile cu fotosinteză oxigenică, cât şi algele. Motivaţia este una practică, în multe universităţi, inclusiv în Universitatea din Bucureşti, cel puţin algele nemaifiind studiate în cadrul altor discipline.

Primul capitol cuprinde câteva definiţii şi metodele de cercetare folosite în taxonomia vegetală.

În cel de-al doilea capitol este prezentată poziţia plantelor în diverse sisteme de clasificare, începând de la Aristotel şi până în prezent. Am dorit să evidenţiem astfel cum a evoluat conceptul de plantă de-a lungul timpului.

Principiile care stau la baza *Taxonomiei vegetale* sunt cuprinse în capitolul al treilea. Acesta este organizat în patru subcapitole, fiecare dintre ele fiind dedicat câte unei componente majore a taxonomiei: Descrierea, Identificarea, Nomenclatura botanică şi Clasificarea plantelor. Acest ultim subcapitol cuprinde o prezentare a categoriilor taxonomice, în concordanţă cu Codul Internaţional de

BCU M. EMINESCU IAŞI

Nomenclatură Botanică aflat în vigoare, şi o prezentare a principalelor etape istorice în clasificarea plantelor.

Pentru că nu putem trece peste legăturile filogenetice existente între diversele grupe de organisme vegetale, în capitolul al patrulea facem o scurtă prezentare a evoluției plantelor de-a lungul erelor geologice. Şi ca o continuare firească, în capitolul al cincilea, intitulat *De la alge la angiosperme*, prezentăm o sinteză privind evoluția aparatelor vegetativ şi reproducător la principalele grupe de organisme fotosintetizante. Menționăm că o descriere completă a acestora se face în cadrul cursurilor de *Morfologia şi anatomia plantelor*, *Biologie vegetală*, *Embriologia plantelor*.

O parte însemnată în cadrul acestui volum revine capitolului al şaselea dedicat principalelor grupe de organisme fotosintetizante. Pentru fiecare grup taxonomic sunt prezentate: caracterele generale, clasificarea şi reprezentanții, ecologia şi răspândirea, importanța. Menționăm că în clasificare am ținut cont şi de unele aspecte didactice, nu numai ştiințifice, această carte fiind adresată în mod special studenților. Cercetările filogenetice din ultimii ani au avut o dezvoltare extrem de dinamică, în special datorită utilizării tehnicilor moleculare. Acest fapt a determinat modificări importante ale sistemelor de clasificare, modificări care însă nu se opresc aici. Din aceste considerente nu ne grăbim nici noi să le utilizăm, deşi pe parcursul întregii cărți vom ține cont de cele mai noi date ale cercetării ştiințifice din domeniu.

Sperăm ca informațiile conținute de această carte să fie utile studenților facultăților de biologie şi ecologie, şi de ce nu şi celor ai facultăților de agronomie, farmacie sau medicină veterinară, tuturor celor care, într-un fel sau altul, lucrează cu plantele.

Autoarea

BCU IAŞI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

I. TERMENI, DEFINIŢII; METODE DE CERCETARE

I.1. Termeni, definiţii

Botanica este ramura biologiei care se ocupă cu studiul plantelor (gr. *botani* = iarbă, plantă medicinală). Printre numeroasele domenii pe care aceasta le cuprinde se află **Sistematica**. Aceasta este ştiinţa care studiază diversitatea organismelor vegetale şi raporturile de înrudire dintre acestea (Simpson 1961, citat de Mititelu 1979), istoria lor evoluţionară (Judd & al. 2008). Scopul fundamental al sistematicii este să descopere toate ramurile arborelui filogenetic (Judd & all. 2008), să descopere filogenia (Simpson 2006). Sistematica cuprinde **taxonomia** şi **filogenia** (Simpson 2006).

Taxonomia vegetală este ştiinţa care elaborează principii şi reguli de clasificare ale organismelor aparţinând regnului Plantae (gr. *taxis* = aranjare; *nomos* = regulă, normă, lege). De asemenea, taxonomia vegetală elaborează metodele de studiu şi regulile de descriere şi nomenclatură corectă a plantelor (Mititelu 1979). După Simpson (2006), taxonomia include patru componente majore: **D**escrierea, **I**dentificarea, **N**omenclatura şi **C**lasificarea plantelor (a se vedea capitolul al treilea).

Filogenia plantelor, care este şi scopul principal al sistematicii, este definită ca ştiinţa care are menirea să descopere cursul transformărilor reale şi legăturile de înrudire dintre plante, de-a lungul evoluţiei lor istorice (Zimmermann 1959).

I.2. Metode de cercetare în taxonomie

Metodologia de lucru în taxonomie s-a dezvoltat şi perfecţionat de-a lungul timpului, odată cu dezvoltarea şi perfecţionarea tehnicii. Şi dacă la începuturile sistematicii clasificarea se baza exclusiv pe caractere morfologice, în prezent se bazează pe multiple caractere, inclusiv cele ale moleculelor de acizi nucleici. Iată, mai jos, care sunt principalele metode folosite în taxonomie:

• Metodele morfo-anatomice şi fiziologice furnizează date de morfologie şi anatomie comparate, date de ontogenie, precum şi date de fiziologie. Practic,

aspectele morfologice stau la baza descrierilor morfologice şi constituie cele mai importante date în delimitarea şi circumscrierea taxonilor. Caracteristicile anatomice şi fiziologice, strâns corelat între ele, pot contribui la evaluarea omologiilor şi la elucidarea relaţiilor filogenetice dintre plante. Datele de embriologie sunt extrem de utile în special în caracterizarea familiilor tradiţionale de plante, dar şi a altor taxoni de rang superior sau inferior familiilor.

• Metodele care urmăresc dezvoltarea istorică a lumii vegetale. Paleobotanica, inclusiv palinologia, studiază structuri şi forme fosilizate oferind o imagine complexă asupra evoluţiei în timp şi spaţiu a speciilor.

• Citologia şi citogenetica contribuie la descifrarea filogeniei speciilor actuale pe baza numărului şi formei cromozomilor, a ultrastructurii cromatoforilor, a flagelilor etc.

• Biochimia şi imunobiologia pun în evidenţă compuşii chimici şi, respectiv, mecanismele de apărare împotriva paraziţilor şi antigenilor, criterii care pot dovedi originea comună a unor plante;

• Taxonomia experimentală verifică prin cultivare valabilitatea criteriilor de determinare şi înrudire a speciilor biologice;

• Fenetica şi cladistica permit realizarea unor dendrograme ce exprimă relaţiile de filiaţie între taxonii analizaţi. **Fenetica** este adesea considerată ca sinonimă cu taxonomia numerică. Maximum de caractere sunt codate după un algoritm matematic care permite construirea unui arbore genealogic. Dacă condiţiile evolutive extrinseci sunt introduse, arborii fenetici (fenogramele) pot fi atunci interpretaţi în termenii arborilor evolutivi, apoi se poate realiza o clasificare. Se reproşează adesea feneticii că se bazează pe asemănările globale dintre organisme, neeliminând convergenţele şi paralelismele. Fenetica aduce obiectivitatea algoritmilor matematici, dar păcătuieşte prin slăbiciune faţă de consideraţiile evolutive (Spichiger et al. 2000). **Cladistica** este o metodă bazată pe recunoaşterea caracterelor primitive şi derivate. Cladistica este o abordare filosofică şi metodologică acceptată de mult timp de zoologi, dar adoptată de relativ puţin timp de către botanişti. Principiul său fundamental este că dovada unei legături filogenetice între diferiţi taxoni nu este furnizată decât în caz că ei împart aceleaşi caractere derivate. Aceste **caractere derivate** împărţite de două sau mai multe grupuri moderne sunt denumite *sinapomorfe*. **Caracterele** ancestrale împărţite de două sau mai multe grupe moderne sunt calificate ca *simplesiomorfe*. Construirea arborilor filogenetici în cladistică (cladograme) se bazează pe schimbările statutului relativ al caracterelor (ancestrale sau plesiomorfe şi derivate sau apomorfe). Pentru a obţine cladograme cât mai corecte se aplică criteriul de maximă parcimonie (ipotezele economiei), criteriu care ia în considerare cât mai puţine caractere. Cladogramele realizate pentru diferite caractere sunt comparate pentru a se vedea dacă produc acelaşi arbore filogenetic. Caracterele care nu produc cladograme similare sunt analogii în loc de omologii. Cladistica pune în evidenţă trei tipuri de grupe: **grupe**

monofiletice, în care membrii sunt proveniți dintr-un ancestor comun; **linii polifiletice** regrupând taxonii proveniți din mai mulți ancestori; **grupe parafiletice** incluzând numai o parte a descendenților unui ancestor comun. Toți sistematicienii moderni resping grupele polifiletice şi parafiletice pentru că sunt artificiale. În realitate numeroase grupe taxonomice folosite curent sunt polifiletice sau parafiletice, cel mai bun exemplu fiind cel al dicotiledonatelor ancestrale în care ancestorul comun a produs pe de o parte dicotiledonate cu polen uni-aperturat (paleo-arbori şi paleo-ierburi), precum şi monocotiledonatele, iar pe de altă parte dicotiledonatele cu polen tri-aperturat (eudicotiledonate). În acest caz grupul nu mai este monofiletic pentru că ancestorul comun nu aparține dicotiledonatelor, o ramură, cea a monocotiledonatelor, fiind separată de cele mai multe clasificări. Cladistica este aşadar o metodă care caută să producă clasificări naturale, taxonii derivând dintr-un ancestor (grup monofiletic), şi care ordonează ştiințific procedurile de codare a caracterelor şi aplicarea criteriului de parcimonie. Autorii tradiționali aplică principiile cladisticii mai mult sau mai puțin corect, dar forța metodei rezidă în transparența şi reproductibilitatea sa (Spichiger et al. 2000). Primele cladograme au fost realizate prin codarea unui mic procent din caracterele morfologice (de exemplu, poziția ovarului care se poate afla în trei situații: 0 = super, 1 = semiinfer, 2 = infer).

- Taxonomia moleculară se bazează pe analizele unor secvențe genice ce pot pune în evidență relațiile filogenetice dintre taxonii analizați. În acest caz fiecare caracter este un sit într-un aliniament de secvențe omoloage, şi patru situații sunt posibile pentru cele patru nucleotide care formează molecula de ADN (de fapt cele patru baze azotate **A**denina, **C**itozina, **G**uanina, **T**imina). În botanică larg utilizat este ADN cloroplastic. El are o talie mică (circa 150000 perechi de baze), dar se găseşte în cantități foarte mari în celulele vegetale. Conține mai multe gene şi intergene evoluând într-o manieră diferită. Există aşadar totdeauna o genă în care gradul de evoluție şi semnalul filogenetic sunt potrivite nivelului taxonomic studiat. Gena cel mai mult studiată este rbcL, care codează marea subunitate RUBISCO, una dintre cele mai importante enzime ale fotosintezei. Se cunosc în prezent în jur de 10000 de secvențe rbcL la dispoziție pentru totalitatea plantelor cu flori şi acest număr continuă să crească pe măsură ce alte gene sunt utilizate (atpB a genomului cloroplastic, 18S a genomului nuclear).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

II. POZIŢIA PLANTELOR ÎN DIVERSE SISTEME DE CLASIFICARE

Pentru a putea discuta care este poziția plantelor în diferitele sisteme de clasificare a lumii vii ar trebui să precizăm mai întâi ce sunt acestea. Definirea lor nu este însă deloc simplă. În sens general, erau considerate plante toate organismele fotosintetizante: cianobacterii, proclorobacterii, criptofite, dinofite, crisofite, diatomee, xantofite, alge brune, alge roşii, alge verzi, muşchi vegetali (hepaticate, antocerotate, briate) şi traheofite (ferigi, gimnosperme şi angiosperme). Studii complexe efectuate asupra acestor categorii de organisme au determinat cercetătorii să considere plante doar acele organisme care îndeplinesc următoarele condiții (Simpson 2006):

- prezintă pigmenți clorofilieni a şi b;
- stochează carbohidrați (substanțe de rezervă) sub formă de amidon;
- prezintă stadiu embrionar în ciclul de viață;
- prezintă structuri specializate pentru protecția gameților;
- prezintă cuticulă (strat de ceară ce acoperă celulele epidermale).

Prin urmare, în sens restrictiv, plantele grupează doar muşchii vegetali, ferigile, gimnospermele şi angiospermele.

Dar să vedem care au fost principalele etape în clasificarea lumii vii şi care era poziția plantelor în cadrul sistemelor elaborate de diferiți cercetători.

Pentru multă vreme lumea vie a fost împărțită în doar două regnuri (**Aristotel**): **Plantae** şi **Animalia**. În regnul Plantae erau incluse şi ciupercile.

După descoperirea microscopului au fost descrise noi organisme şi astfel a apărut necesitatea unei noi împărțiri a lumii vii. Astfel, E. **Haeckel (1866)** crează un al treilea regn, **Protista**, care include organismele unicelulare, solitare şi coloniale. Sitemele de clasificare elaborate până la jumătatea secolului al XX-lea sunt oarecum asemănătoare celui elaborat de Haeckel, în sensul că mențin cele trei regnuri: Protista, Plantae şi Animalia.

În **1956** H. F. **Copeland** crează un sistem cuprinzând 4 regnuri: **Mychota**, care cuprinde organismele procariote; **Protoctista**, care cuprinde organisme nucleate ce „nu sunt nici plante nici animale", inclusiv alge roşii, brune, fungi, unele organisme unicelulare; **Plantae**, care include algele verzi şi organismele

vegetale terestre; **Animalia**. Sisteme cu patru regnuri au mai propus Hutchinson (1967), Weisz (1971) ş.a. (Cristurean & Năstăsescu 2003).

Mai târziu, în **1969**, R. H. **Whittaker** elaborează un sistem cu cinci regnuri: **Monera, Protista, Plantae, Fungi, Animalia**. Acest sistem reprezintă un început important în încercarea de a stabili grupuri monofiletice (ce cuprind un ancestor cu toţi descendenţii lui) şi de a realiza o clasificare ierarhică care să evidenţieze înrudirile acestor grupe. Organismele sunt grupate pe trei niveluri de organizare: procariot, eucariot unicelular şi eucariot pluricelular. Modul de nutriţie a reprezentat, de asemenea, un criteriu important în gruparea organismelor în cele cinci regnuri.

Regnul **Monera** include organismele unicelulare procariote cu existenţă solitară sau colonială, precum şi actinomicetele care au o organizare de tip micelial. Regnul **Protista** include numai organisme unicelulare, cel mult coloniale, de tip eucariot. Regnul **Plantae**, conform sistemului propus de Whittaker (1969), cuprinde organisme eucariote, multicelulare, cu peretele celular de natură celulozică, cu vacuole în citoplasmă, pigmenţi fotosintetizanţi în plasmide etc. Prin urmare, în acest regn sunt incluse, pe lângă briofite şi traheofite, şi organismele multicelulare aparţinând încrengăturilor Rhodophyta, Phaeophyta, Chlorophyta şi Charophyta.

Un sistem de clasificare cu 6 regnuri este propus în **1977** de către **Woese** et al.. Lumea vie este astfel împărţită în: **Eubacteria, Archaebacteria, Protista, Fungi, Plantae, Animale**. Acest sistem nu aduce modificări importante privind regnul Plantae comparativ cu sistemul lui Whittaker (1969), în schimb divizează bacteriile în două regnuri – Eubacteria şi Archaebacteria – pentru a se face o mai bună distincţie între cele două grupe de bacterii. Pe baza analizelor moleculare acest sistem este îmbunătăţit de Woese şi colaboratorii săi în 1990.

În **1978** R. H. **Whittaker** & L. **Margulis** propun un sistem cu cinci regnuri: **Monera** sau **Prokaryotae** (procariote, inclusiv Bacteria şi Archaea), **Protista** (eucariote unicelulare solitare sau coloniale, pot fi fotosintetizante), **Fungi, Animalia şi Plantae**. În acest ultim regn sunt incluse organismele autotrofe, cele mai multe cu plastide fotosintetizante, de la cele multicelulare până la cele cu organizare tisulară avansată.

Pe baza structurii submicroscopice a celulelor şi organitelor celulare şi a căilor de metabolism, în 1988 şi apoi în 1998, L. **Margulis** & K. V. **Schwartz** elaborează un nou sistem de clasificare a lumii vii având două **subdomenii** (Prokarya şi Eukarya) şi 5 **regnuri** (Bacteria, **Protoctista**, Fungi, Plantae, Animalia). În Protoctista sunt incluse, pe lângă flagelate, mixomicete, protozoare, spongieri şi oomicete, toate algele eucariote pe considerentul că nu au ţesuturi specializate, iar structurile reproducătoare, cu excepţia charofitelor, sunt reprezentate de gametocişti. Regnul Plantae cuprinde doar briofitele şi traheofitele.

E. **Mayr (1998)**, contestând clasificarea realizată de Woese et al. (1990), consideră că lumea vie poate fi grupată în doar **două domenii** – Procaryota şi

Eukaryota. Divizarea procariotelor în două domenii (Archaea şi Bacteria) nu ar fi justificată, având în vedere că şi acestea sunt la fel sau poate chiar mai diversificate decât eucariotele. După Mayr (1998), Prokaryota este divizat în două subdomenii (Eubacteria şi Archaebacteria). Eukaryota cuprinde, de asemenea, două subdomenii: Protista şi Metabionta. În Metabionta sunt incluse regnurile: **Metaphyta** (plante), Fungi şi Animalia.

Un sistem interesant, bazat pe analize moleculare, a fost elaborat de T. **Cavalier-Smith** în 2004. Acesta cuprinde două supraregnuri şi şase regnuri. Supraregnul (Empire) Prokaryota include regnul Bacteria cu două subregnuri, Negibacteria (cu încrengăturile Eubacteria, Sphingobacteria, Proteobacteria, Planctobacteria şi Cyanobacteria) şi Unibacteria (cu încrengăturile Posibacteria şi Archaebacteria). Supraregnul (Empire) Eukaryota cuprinde regnurile Protozoa, Animalia, Fungi, Plantae şi Chromista. Regnul Plantae grupează subregnurile Biliphyta (cu încrengăturile Glaucophyta şi Rhodophyta) şi Viridiplantae (cu încrengăturile Chlorophyta, Bryophyta, Tracheophyta). Regnul Chromista grupează subregnurile Cryptista şi Chromobiota. Acesta din urmă include infraregnul Heterokonta cu o serie de alge precum: feoficee, xantoficee, crizoficee, sinuroficee, eustigmatoficee, diatomee. Acest sistem rezolvă parţial problema regnului Protoctista, considerat de foarte mulţi autori ca unul artificial. În schimb lucrurile se complică pentru regnul Plantae care include în această variantă nu doar embriofitele, ci şi organisme cu structură foarte simplă, chiar unicelulare, cum ar fi unele clorofite.

Divizarea lumii vii în două supraregnuri (Prokaryota şi Eukaryota) este acceptată şi de **Sitte** et al. (2002). În tratatul elaborat de aceştia (*Strasburger – Lehrbuch der Botanik*) organismele sunt clasificate mai departe, după tipul de organizare, în: bacterii (Archaea şi Bacteria), alge procariote (Cyanobacteriota şi Prochlorobacteriota), mixomicete, fungi, licheni, alge eucariote, embriofite. Deşi i se pot aduce unele critici, acest sistem are o calitate: este didactic, uşor de înţeles de către studenţi.

În concluzie, deşi metodele moderne permit analiza complexă a lumii vii, există încă dispute privind clasificarea acesteia. Pe de o parte părerile sunt împărţite privitor la clasificarea bacteriilor, pe de altă parte algele nu-şi găsesc locul nici pe lângă protozoare şi oomicete în regnul Protoctista, nici pe lângă embriofite în regnul Plantae. Există o singură certitudine, divizarea lumii vii în procariote şi eucariote. Incertitudinile legate de clasificarea procariotelor şi eucariotelor rămân biologilor ca sarcină viitoare.

BCU IAŞI CENTRU VECHI

III. PRINCIPII DE TAXONOMIE VEGETALĂ

III.1. Descrierea plantelor

Pentru a ajunge să identificăm, să numim şi să clasificăm o plantă, trebuie să pornim de la descrierea acesteia. Forma de bază a descrierii constă în prezentarea tuturor caracteristicilor morfologice şi, după caz, anatomice ale organelor vegetative (rădăcină, tulpină, frunze) şi reproducătoare (flori, fructe, seminţe). Descrierea poate fi făcută telegrafic (ex. rădăcină pivotantă, tulpină articulată, frunze imparipenat compuse, foliole penat-secate, inflorescenţe racemoase, flori hermafrodite, actinomorfe, heterochlamidee, sepale 5 libere, petale 5 conate, stamine numeroase, gineceu bicarpelar sincarp, superior, fruct capsulă, seminţe mici 0,5–1 mm, negre, striate) sau folosind propoziţii complete, cu verbe (ex. rădăcina este pivotantă; tulpina este articulată; frunzele sunt imparipenat compuse, cu foliole penat-secate; inflorescenţele sunt racemoase alcătuite din flori hermafrodite, actinomorfe, heterochlamidee, cu învelişul floral alcătuit din 5 sepale libere şi 5 petale conate; androceul este alcătuit din numeroase stamine; gineceul este bicarpelar sincarp, superior; fructul este de tip capsulă şi conţine seminţe mici de 0,5–1 mm diametru, negre, striate). Aşa cum este lesne de înţeles, o descriere corectă nu se poate face fără cunoştinţe temeinice de morfologie şi anatomie a plantelor.

Atunci când avem de a face cu o specie nouă pentru ştiinţă, este obligatorie descrierea în limba latină (a se vedea şi Capitolul III.3.).

III.2. Identificarea plantelor

Identificarea este un proces de asociere unei entităţi necunoscute o entitate cunoscută. Practic este un proces în care judecăm dacă o plantă este similară cu alta a cărei identitate este ştiută. Pentru aceasta este necesară realizarea descrierii, evaluarea caracteristicilor acelei plante (diagnoza) şi compararea lor cu diagnoza unui taxon cunoscut. Dacă aceste caracteristici se suprapun, atunci identificarea este realizată.

Există mai multe modalități de identificare a unui taxon necunoscut: folosirea de chei dichotomice, compararea cu o descriere scrisă a unui posibil taxon, compararea cu specimene din colecții vii sau herbare, compararea cu imagini și, în ultimă instanță, apelarea la un expert în grupul din care presupunem că face parte taxonul pe care dorim să-l identificăm.

Cheile dichotomice reprezintă descrieri succinte ale unităților sistematice. Caracterele principale sunt prezentate sub formă de articole numerotate, fiecare articol având două părți: teza (a) și antiteza (b) (ex. **1a** și **1b**; **2a** și **2b** etc.). Aceste numere sunt notate în stânga paginii. In dreapta lor sunt prezentate caracterele taxonilor. La cele două părți ale aceluiași articol caracterele prezentate se exclud reciproc, sunt antitetice. De obicei, ceea ce afirmă **1a** este negat de **1b** sau ceea ce afirmă **1a** este în antiteză cu **1b**. Exemplu:

1a Plante fără flori și fără semințe ..... Încr. Pteridophyta
1b Plante cu conuri sau flori și semințe 2
2a Plante cu conuri; semințe descoperite (nînchise în fruct) ..... Încr. Pinophyta
2b Plante cu flori; semințe închise în fruct ..... Încr. Magnoliophyta

Așa cum se observă în exemplul de mai sus, la sfârșitul fiecărei părți a articolului găsim un nume care reprezintă **taxonul** în care se încadrează planta noastră (încrengătura Pteridophyta) sau un **număr indicator** (2) care ne trimite la un alt articol unde trebuie continuată determinarea. Aici se citesc iarăși cu atenție caracterele de la **a** și **b**, se compară cu cele ale plantei pe care o determinăm și vedem dacă se potrivește **a** sau **b** și ce este în dreapta paginii. Principiul folosit este cel al **eliminării caracterelor necorespunzătoare**.

Cheile dichotomice sunt dipsonibile sub formă de **determinatoare**. Acestea din urmă cuprind adesea, pe lângă chei, și descrieri și imagini (desene, fotografii) ale taxonilor.

Compararea cu descrieri scrise este destul de dificilă. Aceasta se practică mai ales pentru verificarea identificărilor.

Compararea cu specimene din colecții vii sau herbare poate fi o metodă bună, cu condiția ca identificarea acelor specimene să fi fost corectă. Este recomandat ca după utilizarea acestei metode să se facă o verificare cu descrieri scrise.

O altă metodă ce poate fi folosită constă în **compararea vizuală** a plantei ce trebuie identificată **cu fotografii** sau alte tipuri de imagini. Acestea sunt de obicei disponibile în atlase botanice sau pe internet. Din păcate doar un număr mic de taxoni se bucură de ilustrație disponibilă. În plus, este posibil ca în imagine să nu fie suprinse anumite caracteristici definitorii pentru un taxon (ex. tipul de peri, raportul dintre caliciu și corolă etc.). Și în acest caz este obligatorie verificarea cu o descriere scrisă.

În cazul în care nu se reușește identificarea cu nici una dintre metodele prezentate mai sus, se recomadă **apelarea la un expert**. Acest fapt poate necesita un timp mai mare, dar asigură acuratețea identificării.

Pentru a evita erorile de identificare se recomandă folosirea tuturor mijloacelor disponibile. În cazul în care nici o metodă nu duce la stabilirea identității unei plante, însemnă că avem de a face cu un taxon nou pentru știință.

III.3. Nomenclatura botanică

Nomenclatura botanică este acea parte a taxonomiei care cuprinde toate numele folosite pentru diferitele categorii taxonomice. Nomenclatura actuală își are originea în cea greacă și romană.

Fondatorul acestei ramuri a botanicii este Carl Linné care dezvoltă principiile nomenclaturii botanice în operele sale „Fundamenta botanica" (1736) și Critica botanica" (1737). Cele mai multe dintre principiile enunțate de Linné sunt valabile și în prezent.

La nivel internațional nomenclatura botanică este reglementată prin „Codul Internațional de Nomenclatură Botanică" (CINB). Primul astfel de cod a fost discutat și aprobat în 1867 la Paris, în cadrul Congresului internațional al botaniștilor. Penultimul cod publicat este cel adoptat în cadrul celui de-al XVI-lea Congres Internațional de Botanică de la St. Louis, Missouri (iulie-august 1999). Editarea acestuia s-a făcut la Königstein, în Germania, de către un comitet coordonat de W. Greuter. În iulie 2005, la cel de-al XVII-lea Congres Internațional de Botanică de la Viena, Codul Internațional de Nomenclatură Botanică a suferit noi modificări. Acesta este cunoscut sub numele de Vienna Code și a fost publicat în 2006 în volumul 146 al publicației *Regnum Vegetabile* (McNeil et al. 2006). Astfel, codul inițial este permanent completat și îmbunătățit.

Codul de nomenclatură botanică se aplică pentru toate organismele tratate în mod tradițional ca plante. Pentru plantele cultivate se aplică codul elaborat de Comisia Internațională pentru Nomenclatura Plantelor Cultivate.

Principiile Codului de Nomenclatură Botanică sunt:

- Nomenclatura botanică este independentă de cea folosită în zoologie și bacteriologie;
- Aplicarea numelor grupelor taxonomice este determinată de tipurile nomenclaturale;
- Nomenclatura unui grup taxonomic este bazată pe principiul priorității publicării;
- Fiecare grup taxonomic cu o anumită poziție și rang poate avea un singur nume corect;
- Numele științifice ale grupelor taxonomice sunt în latină, indiferent de originea lor;
- Regulile de nomenclatură sunt retroactive, cu excepții clar limitate.

Principalele ranguri taxonomice, în conformitate cu Codul de Nomenclatură Botanică, sunt: regnul (regnum), încrengătura (phylum, divisio), clasa (classis), ordinul (ordo), familia (familia), specia (species). Caracterul hibrid al unor taxoni este indicat de prefixul „notho". Exemple: nothogenus, nothospecies. În cazul în care se doreşte un număr mai mare de ranguri taxonomice, acestea se pot obține prin folosirea prefixului „sub". Exemple: subclasă, subordin, subfamilie, subgen etc.

Aplicarea numelor rangurilor taxonomice inferioare familiei este determinată de **tipurile nomenclaturale**. Numele taxonilor superiori genului se bazează pe cele generice. Se alege astfel genul cel mai tipic, la care se adaugă terminațiile specifice.

Tipul nomenclatural (typus) este acel element de care numele unui taxon este permanent legat. Tipul nomenclatural nu este neapărat cel mai tipic sau cel mai reprezentativ element al taxonului. Acest element este de obicei un specimen de herbar şi poartă numele de **holotip**. Pe baza lui se realizează diagnoza (descrirea) unei noi specii. Mai rar holotipul poate fi reprezentat de o ilustrație pe baza căreia se poate identifica un taxon. Alte tipuri pe care poate fi bazat numele unui taxon sunt:

Lectotipul – un exemplar care exista la data descrierii unui taxon, dar care n-a fost folosit de autor. Acesta poate fi folosit ca tip nomenclatural în cazul în care holotipul a fost distrus sau pierdut.

Izotipul – un exemplar identic, un duplicat al holotipului, care a fost recoltat dintr-o singură şi concomitentă colectare.

Sintipul – orice specimen citat de autorul care a descris un taxon fără a indica însă holotipul.

Neotipul – un specimen de herbar sau o ilustrație, care nu a existat la data descrierii unei specii, dar care poate fi ales ca tip nomenclatural atunci când nu există holotipul sau lectotipul.

Pentru a numi o specie se foloseşte **nomenclatura binomială**. Astfel, fiecare specie este denumită prin două cuvinte. Primul este **numele generic**, cel ce indică genul. Acesta totdeauna începe cu majusculă şi este un substantiv latin sau latinizat, la singular. Cuvintele folosite pentru numele generice pot fi:

- Cuvinte latine: *Abies* – brad, *Populus* – plop;
- Cuvinte greceşti: *Helianthus* – floarea soarelui, provenit din *helios* care înseamnă soare şi *anthos* care înseamnă floare;
- Nume populare antice preluate de Linné: *Orobanche* – lupoaia la Theophrastos, *Allium* – usturoi la Plinius, *Myosotis* – nu-mă-uita la Dioscorides, *Oryza* – orez la Avicena etc.;
- Nume inventate de autori după anumite caractere: *Convolvulus* (volbură) – care se învârteşte, *Impatiens* (plesnitoare) – nerăbdător, *Parietaria* (paracherniță) – care creşte prin ziduri, pereți etc.

- Nume dedicate unor botanişti: *Magnolia* – dedicată botanistului francez P. Magniol, *Linnaea* – dedicată lui Linné etc.;
- Nume dedicate unor personaje din mitologia antică: *Artemisia* (pelinul) dedicat zeiţei Artemis; *Adonis* (ruscuţa) dedicat zeului Adonis (Apollo);
- Nume care amintesc regiuni geografice: *Colchicum* (brânduşa) provine de la Colchida, numele Crimeii în antichitate.

Al doilea nume al unei specii este cel **specific** (epitet specific). Acesta se scrie în întregime cu minuscule şi nu se admit diacritice. Epitetul specific este un adjectiv latin sau latinizat care se acordă în gen şi număr cu substantivul generic: *Fagus sylvatica* L. (în latină numele arborilor sunt de gen feminin), *Symphytum cordatum* Waldst. & Kit., *Ricinus communis* L., *Atropa belladonna* L. etc.

Denumirile specifice au diverse semnificaţii:

- Morfologică: *minor* – mic, *albus* – alb, *glabra* – fără peri; *polyanthos* – cu flori multe etc.;
- Ecologică: *arvensis* – de câmpuri cultivate, *sylvatica* – de pădure, *pratensis* – de pajişti; *aquatilis* – de apă; *palustris* – de baltă, mlăştinos; *campestris* – de şes, de câmpie; *montanum* – de munte;
- Biologică: *annuus* – anual; *perennis* – peren, veşnic, continuu;
- Geografică – *europaea* – din Europa, *americana* – din America; *arabica* – din Arabia; *indica* – din India, *japonicus* – din Japonia; *chinensis* – din China; *romanicum* – din România; *hungaricum* – din Ungaria, *peregrinus* – străin;
- Utilitară – *officinalis* – farmaceutic, *toxicum* – otrăvitor, *tinctoria* – colorantă, *esculentum* – de mâncare, gustos, suculent, savuros etc.
- Unele denumiri specifice sunt dedicate unor botanişti: *borzaeanum* – dedicat lui Alexandru Borza, *emilii-popii* – dedicat lui Emil Pop, *kernerianum* – dedicat lui Kerner etc.

La speciile hibride între numele generic şi cel specific se intercalează semnul ×. Exemple: *Viola* × *wittrockiana*, *Rosa* × *polyantha*, *Mentha* × *piperita* etc.

Este recomandat ca epitetul să reprezinte o diagnemă (un caracter).

Când numele specific este alcătuit din două cuvinte, acestea se scriu cu cratimă. Ex. *Impatiens noli-tangere* L., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott etc.

Precizăm că atât genul cât şi specia se scriu cu litere cursive (font italic).

Pentru a indica cu precizie şi complet numele unui taxon şi pentru a permite o mai bună verificare a datei publicării sale trebuie citat numele autorului care a publicat valid pentru prima dată numele, urmat de anul publicării trecut în parateză. Exemple: *Ranunculus nodiflorus* L. *Sp. Pl.* 549 (1753), *Pinus nigra* Arnold *Reise Mariazell* 8 (1785), *Dianthus pratensis* Bieb. *Fl. Taur.-Cauc.* 3:300(1819), *Carpinus* L. *Gen. Pl.* 292(1737) etc. Aşa cum reiese şi din exemplele date, numele autorilor citaţi după numele plantelor pot fi întregi sau prescurtate. Linné este singurul pentru care se acceptă prescurtarea cu o singură literă (L.).

Numele valide sunt acelea care sunt în concordanță cu regulile Codului Internațional de Nomenclatură Botanică. Numele care nu respectă aceste reguli nu sunt valide (illegitimate name). Un nume valid este un nume publicat valid. Aceasta înseamnă că: 1) trebuie publicat într-o revistă de largă circulație, 2) numele lui trebuie să fie în latină, însoțit de indicația „sp. nov" sau „gen. nov.", după caz, 3) numele trebuie însoțit de o diagnoză în limba latină, 4) trebuie indicat tipul nomenclatural şi localizarea acestuia.

În cazul unor modificări de nomenclatură (trecerea unei specii de la un gen la altul, corectarea unei denumiri publicată greşit etc.), modificarea se numeşte *emendare* (em.). Pentru aceasta numele primului autor (autorul bazionimului) se pune între paranteze, iar după acesta urmează numele autorului care a făcut corectarea (autorul combinaționist).

Denumirile care nu mai sunt valabile în prezent poartă numele de **sinonime** (syn.) şi se trec de obicei între paranteze. Exemple: *Larix decidua* Miller (syn. *Larix europaea* DC., *Pinus larix* L., *Larix larix* (L.) Karsten); *Ranunculus auricomus* L. (syn. *Ranunculus binatus* Kit.) etc. **Omonimele** sunt două nume identice care sunt bazate pe descrierea a două specimene diferite. Ultimul omonim, în funcție de data publicării, este ilegitim. Exemplu: *Carex praecox* Schreb. este omonim cu *Carex praecox* Jacq. Primul a fost publicat în 1771, celălalt în 1778. Prin urmare cel de-al doilea nume a fost declarat ilegitim, iar planta a fost redenumită. **Tautonimele** sunt numele în care genul coincide cu epitetul specific. Acestea nu sunt permise în nomenclatura botanică. Exemplu: *Helianthus helianthus* este tautonim, ilegitim, în timp ce *Helianthus helianthoides* nu este tautonim şi poate fi acceptat (Simpson 2006).

În determinatoarele pentru plante, numele ştiințifice sunt adesea însoțite de abrevieri. Prezentăm câteva dintre cele mai frecvente. *Ex* are semnificația „publicat valid de". De exemplu, pentru *Asperula capitata* Kit. ex Schultes (Sânziene de munte), numele valid a fost publicat de Schultes, dar inițial acesta a fost propus de Kitaibel (care însă nu a publicat valid). *Ex* şi autorul care îl precede pot fi omise. Prin urmare, este corect dacă scriem doar *Asperula capitata* Schultes. Cuvântul *in* are semnificația „publicat valid în". De exemplu, *Asperula tenella* Heuffel ex Degen in A. Kerner semnifică faptul că acest taxon a fost publicat valid de către Degen într-o lucrare apărută sub autoritatea lui Kerner. Folosirea lui *in* nu este recomandată de CINB, cu toate acestea poate apărea în unele lucrări. Abrevierile *s.l.* (*sensu lato*) şi *s.str.* sau *s.s.* (*sensu stricto*) semnifică circumscrierea mai largă a unui taxon, respectiv mai restrânsă. De exemplu, un taxon atribuit speciei *Campanula rotundifolia* L. s.l. poate fi oricare dintre subspeciile acestuia (*rotundifolia*, *polymorpha*, *kladniana* etc.).

Dacă pentru grafia numelor ştiințifice CIBN are reglementări stricte, pentru **pronunție** nu se face nici o recomandare, nu există nici o reglementare fermă (Simpson 2006). În practică, fiecare vorbitor pronunță numele ştiințifice ale plantelor după regulile limbii sale materne. Astfel, pronunția europenilor este

foarte mult diferită de cea a americanilor sau de cea a asiaticilor. Simpson (2006) recomandă flexibilitate şi adaptabilitate privitor la pronunţie, atât timp cât scopul acesteia este comunicarea.

În mod normal, pronunţia ar trebui făcută tot în **limba latină**, respectând grafia. Modul de pronunţie al latinilor pentru anumite grupuri de consoane sau vocale **nu este însă cunoscut**, iar pronunţia actuală a limbii latine este doar una convenţională, la noi în şcoli fiind „adaptată firii limbii româneşti" (Simenschy 1998).

Numele dedicate unor personalităţi sau localităţi pot fi împărţite în silabe şi accentuate în conformitate cu regulile limbii latine. Ele pot fi însă pronunţate şi după regulile limbii materne a celui căruia i s-a dedicat planta, respectiv după regulile limbii vorbite în localitatea căreia i s-a dedicat un nume ştiinţific de plantă (Simpson 2006). Exemple: *Jurinea*, gen dedicat lui André Juriné, profesor medic elveţian, autorul unei lucrări despre modul de dispoziţie a frunzelor, se poate pronunţa *Jurinea*, după regulile limbii franceze, sau *Iurinea* (după regulile limbii latine).

Prezentăm în continuare câteva **recomandări** pentru pronunţia denumirilor ştiinţifice, în conformitate cu regulile limbii latine care se predau la noi în şcoli (Simenschy 1998):

- diftongii **ae** şi **oe** se pronunţă **e**. Exemple: *Actaea* se citeşte *Actea*, *moesiacus* se citeşte *mesiacus*;
- grupurile **au** şi **ou** se pronunţă **au**, respectiv **ou**. Exemple: *Daucus* se citeşte *Daucus*, *sardous* se citeşte *sardous*;
- grupurile **aë** şi **oë** nu sunt diftongi (trema sau punctele dierezei indicând acest fapt), iar literele în acest caz se pronunţă separat. Exemple: *Hippophaë* se pronunţă *Hipofae*, *Aloë* se pronunţă *Aloe*;
- grupul **ti** se citeşte **ţi**. Exemplu: *petiolata* se citeşte *peţiolata*;
- grupul de consoane **ph** se pronunţă **f**. Exemplu: *Euphorbia* se citeşte *Euforbia*;
- grupul de consoane **ch** se citeşte **h**. Exemplu: *Cenchrus* se citeşte *Cenhrus*; *ochroleuca* se citeşte *ohroleuca*;
- grupul de consoane **th** se citeşte **t**. Exemplu: *thracica* se citeşte *tracica*;
- grupul de consoane **rh** se citeşte **r**. Exemplu: *arrhiza* se citeşte *ariza*;
- litera **j** se pronunţă **i**. Exemplu: *Juniperus* se citeşte *Iuniperus*;
- litera **i** înaintea unei vocale este consoană şi se pronunţă ca **i** în cuvântul românesc **iată**. Exemplu: *epigeios*. În unele ediţii acest **i** consonatic e scris cu **j** (ex. *epigejos*);
- litera **z** între două vocale se citeşte **ţ**. Exemplu: *Albizia* se citeşte *Albiţia*;
- litera **u** după **q** se citeşte **v**, ca în limba germană. Exemplu: *Quercus* se citeşte *Cvercus*;
- litera **u** precedată de **ng** este consoană şi se citeşte **v**. Exemplu: *sanguinalis* se pronunţă *sangvinalis*;
- litera **h** între două vocale se pronunţă slab. Exemplu: *bohemica* se citeşte *boemica*;
- consoana **m** se pronunţă foarte slab la sfârşitul unui cuvânt (ex. *maculatum*).

III.4. Clasificarea plantelor

III.4.1. Categorii taxonomice

Clasificarea plantelor implică gruparea lor, folosind anumite reguli, în categorii din ce în ce mai cuprinzătoare sau, altfel spus, în unități de clasificare. Orice unitate de clasificare se numeşte **taxon**. Taxonul fundamental în botanica sistematică este **specia**.

Definirea conceptului de specie a înregistrat continuu progrese (Ray 1686, Lamarck 1799, de Candolle 1824, Darwin 1859, Kerner 1868, Wettstein 1924, Lotsy 1926, Du Rietz 1930, Komarov 1938, Racoviță 1929, Dobzhansky 1941, Zavadski 1961, Turesson 1929, Cuénot 1936, Stebbins 1950 după Mititelu 1979). Sintetizând definițiile elaborate de diverşi autori, se poate spune că specia reprezintă un sistem de populații care au o arie geografică proprie şi care sunt separate între ele prin discontinuități de variabilitate cauzate de variații genetice, în care indivizii se pot încrucişa liber, dând descendenți viabili şi fertili, dar care sunt izolați de alte populații vecine prin bariera reproducerii. Specia se află într-o permanentă transformare sub influența mediului extern şi a selecției naturale.

În raport cu specia celelalte unități de clasificare sunt **intraspecifice** şi **supraspecifice**.

TAXONII INTRASPECIFICI care se pot distinge în cadrul unei specii sunt:

Subspecia (rasa geografică) (subsp.) – este diferențiată morfo-anatomic şi genetic, dar nu şi reproductiv. Ea este reprezentată prin una sau mai multe populații locale, care deşi interfertile cu alte populații ale speciei, nu se pot încrucişa liber dacă sunt izolate spațial (geografic), temporal (înflorind în sezoane diferite) sau ecologic (fiind situate în biotopuri diferite).

Exemplu: *Pinus nigra* Arnold prezintă următoarele subspecii:

- *salzmanii* – în Franța;
- *nigra* – în Austria;
- *banatica* – în România;
- *pallasiana* – în Crimeea.

Aceste subspecii sunt izolate geografic. În aceste condiții au evoluat diferit, având în prezent unele caractere morfologice pe baza cărora se pot separa.

Varietatea (var.) şi **forma** (f.) sunt considerate rase ecologice sau ecoforme ale unor populații locale. Sunt diferențiate pe baza unor caractere morfologice, neereditare. Necunoscându-se clar amplitudinea variabilității unor astfel de caractere, interpretările privind rangul taxonomic pot fi diferite. De aceea, aceşti taxoni sunt utilizați mai puțin în sistematica modernă.

La plantele cultivate se folosesc următorii taxoni intraspecifici: subspecia, convarietatea, varietatea, forma, soiul (sau cultivarul – cv.). Soiurile au o constituție genetică uniformă.

TAXONII SUPRASPECIFICI sunt unități de clasificare subiective, acestea neexistând în natură decât prin speciile care îi reprezintă. Aceştia sunt:

Genul, categorie introdusă de Tournefort în 1694, grupează specii cu afinități de organizare exprimate prin caractere comune. Acestea denotă originea lor comună, monofiletică. Unele genuri sunt reprezentate de o singură specie (monotipice): *Nerium oleander*, *Aldrovanda vesiculosa*, *Butomus umbellatus*, *Hippuris vulgaris*, *Scheuchzeria palustris*, *Amaryllis belladona*, *Aruncus dioicus*, *Welwitschia mirabilis*, *Sequoiadendron giganteum*. Altele au un număr variabil de specii: *Astragalus* – 1750 specii, *Carex* – 2000 specii, *Festuca* – 450 specii, *Quercus* – 400 specii, *Abies* – 49, *Fagus* – 10 specii etc.

Familia, categorie introdusă de Jussieu în 1740, reuneşte mai multe genuri asemănătoare între ele, mai ales în ceea ce priveşte organizarea organelor reproducătoare. De exemplu: genurile *Pisum* (mazărea), *Phaseolus* (fasolea), *Arachis* (arahidele) şi *Trifolium* (trifoi) sunt încadrate în familia Fabacaeae având structura florală şi fructul asemănătoare. Unele familii sunt reprezentate printr-un singur gen (monotipice): Butomaceae (g. *Butomus*), Hippuridaceae (g. *Hippuris*), Posidoniaceae (g. *Posidonia*), Typhaceae (g. *Typha*), Scheuchzeriaceae (g. *Scheuchzeria*), Ephedraceae (g. *Ephedra*), Welwitschiaceae (g. *Welwitschia*) etc. Altele cuprind numeroase genuri: Asteraceae – 1528 genuri/22750 specii, Rosaceae – 95 genuri/2825 specii, Orchidaceae – 788 genuri/18500 specii, Gramineae – 688 genuri/9500 specii, Fabaceae – 643 genuri/18000 specii etc. (Mabberley 1997). Pentru denumirea unei familii se utilizează terminația **aceae** adăugată la numele celui mai reprezentativ gen din familie. Exemplu: Ros**aceae** de la numele genului *Rosa* (trandafir). Se foloseşte adesea prescurtarea **Fam.**

Ordinul cuprinde mai multe familii cu origine comună sau înrudite printr-o ramură comună a trunchiului filogenetic. Terminația caracteristică ordinului este **ales**, de exemplu: Ros**ales**, Po**ales**, Lili**ales**, adăugată la rădăcina denumirii unei familii incluse în acel ordin. Prescurtarea cea mai uzitată este **Ord.**

Clasa înglobează mai multe ordine înrudite. Caracterele comune sunt foarte generale reflectând o origine comună îndepărtată a ordinelor componente. Terminația caracteristică clasei este deosebită de la un grup de organisme la altul:

- ✓ **phyceae** pentru clasele de alge (phycon în greacă înseamnă algă). Exemple: Chryso**phyceae**, Chloro**phyceae**, Euglено**phyceae** etc.
- ✓ **opsida** pentru clasele de muşchi vegetali, ferigi, gimnosperme şi angiosperme. Exemple: Bry**opsida**, Filic**opsida**, Pin**opsida**, Magnoli**opsida**, Lili**opsida** etc.

Clasa se prescurtează de obicei **Cls.**

Încrengătura (sau **Filum**) reuneşte clase înrudite, cu caractere comune foarte vechi. Spre exemplu, toate plantele care au sămânța închisă în fruct sunt încadrate în încrengătura Magnoliophyta. Terminația caracteristică este **phyta.**

Încrengăturile asemănătoare prin modul de organizare al corpului vegetativ, prin caracterele biochimice şi prin alcătuirea organelor de înmulțire sunt

cuprinse într-un **subregn** a cărui terminație caracteristică este **bionta**. Exemple: Phyco**bionta** (toate încrengăturile de alge), Bryo**bionta** (toate încrengăturile de mușchi), Cormo**bionta** (toate încrengăturile de plante cu corm) etc.

Cele mai cuprinzătoare categorii taxonomice sunt **regnul**, și, respectiv, **supraregnul**.

Ierarhia categoriilor sistematice

Categorie	Terminație	Exemplu
Supraregn		Eukarya
Regn (Regnum)		Plantae
Subregn	-bionta	Cormobionta
Încrengătura (Phylum)	-phyta	Magnoliophyta
Clasa (Classis)	-opsida	Magnoliopsida
Ordin (Ordo)	-ales	Rosales
Familie (Familia)	-aceae	Rosaceae
Gen (genus)		*Rosa*
Specie (species)		*canina* L.

III.4.2. Etape istorice în clasificarea plantelor

Pentru omul **primitiv**, vânător-culegător, lumea plantelor constituia sursă de hrană, de fibre pentru îmbrăcăminte, de materiale pentru construcții și pentru confecționarea de unelte, sursă de medicamente și de diverse substanțe toxice. Plantele care furnizau toate acestea au constituit obiectul primelor clasificări denumite **parataxonomice** (Spichiger et al. 2000). În regiunile tropicale botaniștii moderni adoptă astfel de clasificări, grupându-și pe teren plantele cu ajutorul parataxonomiștilor locali. Denumirile locale sunt însă inadecvate comunicării globale a informațiilor privitoare la plante.

Din antichitate și până în evul mediu clasificările s-au făcut pe baza proprietăților alimentare, aromatice, medicinale sau toxice ale plantelor.

THEOPHRASTOS (370-285 î. Ch.), filosof grec, discipol al lui Aristotel, este considerat părintele botanicii antice. El a clasificat plantele în patru grupe principale: erbacee, subarbuști, arbuști și arbori. A descris 500 de plante relevând unele caractere morfologice: corola, poziția ovarului, tipurile de inflorescențe.

PLINIUS (23–79), naturalist roman, a scris *Historia naturalis*, enciclopedie care, în 9 din cele 37 de volume, tratează plantele medicinale.

DIOSCORIDES (primul secol d. Ch.), medic militar grec în armata romană, descrie în lucrarea sa *Materia medica* 600 de plante medicinale.

Până în secolul al XII-lea științele naturale au evoluat prea puțin, biserica suspectându-le a fi devotate diavolului. Botaniștii erau totodată alchimiști și

medici. Menționăm aici pe *Albert MAGNUS* (1193–1280) care a descris în *De vegetalis* numeroase plante, clasificându-le totodată în Monocotiledonate şi Dicotiledonate (Spichiger & al. 2000).

Perioada care a urmat, respectiv **secolele al XVI-lea şi al XVII-lea**, a fost caracterizată de realizarea primelor clasificări ştiinţifice. Dintre botaniştii care s-au remarcat în această perioadă menționăm:

Otto BRUNFELS (1464–1534) a descris şi ilustrat plante utile şi medicinale; a făcut distincție între plantele cu flori şi cele fără flori.

Luca GHINI (1490–1556) este considerat ca inventatorul herbarului. A participat la crearea grădinilor botanice din Pisa şi Florența, primele grădini europene destinate studiului plantelor.

Andrea CAESALPINO (1519–1603) a propus gruparea a 1500 plante cunoscute în funcție de habitat, de unele caractere ale organelor vegetative şi de reproducere (flori, fructe, semințe). Este primul botanist care a înțeles că embrionul este un caracter fundamental în sistematică.

Johannes BAUHIN (1541–1612) a descris 5000 de plante în opera sa *Historia plantarum universalis*, prima operă în care un mare număr de specii europene sunt descrise într-o manieră care permitea identificarea.

Kaspar BAUHIN (1560–1624) a descris în *Pinax* 6000 de plante, cu sinonimele lor. El a inventat un sistem binominal de nomenclatură pentru a numi plantele pe care le-a descris. Acest sistem va sta la baza celui elaborat de Linné. K. BAUHIN a utilizat noțiunile de gen şi specie. Nu a creat sisteme de clasificare dar prin lucrarea sa, *Pinax*, a marcat începutul floristicii moderne.

John RAY (1727–1705) a descris 18000 specii. Este inventatorul conceptului modern de specie pe care l-a definit în lucrarea *Historia plantarum*. Totodată el utilizează cele două grupe mari: Monocotiledonate şi Dicotiledonate. A introdus în sistematică metoda dichotomică.

Pierre MAGNOL (1638–1715) profesor de botanică şi director al Grădinii Botanice din Montpellier, a elaborat conceptul de *familie*.

Joseph Pitton de TOURNEFORT (1656–1708) a introdus conceptul modern de *gen* pe care-l considera unitate de bază în clasificarea plantelor, specia fiind ca o varietate a genului. A grupat 10000 de specii în 700 genuri şi 22 clase. Clasificarea sa s-a bazat pe caracterele corolei. TOURNEFORT a utilizat conceptele de „*Apetale*", „*Monopetale*" şi „*Polipetale*". Numărului de cotiledoane îi acordă importanță redusă.

Carl von LINNÉ (1707–1778) a fost profesor de botanică şi de medicină la Universitatea din Uppsala. El este considerat părintele taxonomiei. A elaborat o clasificare bazată pe un număr restrictiv de caractere ale organelor de reproducere, clasificare care a fost considerată artificială. LINNÉ era conştient că sistemul său nu era natural, dar i-a permis clasificarea materialului botanic existent la acea epocă.

Deşi a fost inventată de K. Bauhin, fondator al nomenclaturii binominale moderne este considerat a fi LINNÉ. Până la el specia era descrisă prin fraze

scurte, alcătuite din câteva cuvinte, în limba latină. De exemplu, Bănuțeii erau denumiți *Bellis scapo nudo unifloro*. În *Species plantarum*, LINNÉ îi numește *Bellis perennis*, nume științific valabil și în prezent.

LINNÉ este autorul a trei opere enciclopedice:

- *Systema naturae* (1735) – prezintă un sistem de clasificare cu trei regnuri: mineral, vegetal și animal;
- *Genera plantarum* (1737) – descrie genurile plantelor;
- *Species plantarum* (1753) – catalog și manual pentru identificarea plantelor cunoscute în epoca sa. Cu această operă, LINNÉ este și autorul primei flore mondiale.

Epoca modernă (secolele al XVII-lea – al XIX-lea)

Michel ADANSON (1727–1806), în *Famille de plantes* (1763), grupează plantele în 58 de familii. Pentru descrierea plantelor el utilizează cât mai multe caractere posibile și încearcă să dea fiecăruia o importanță relativă. ADANSON a creat prima metodă de sistematică numerică.

Antoine-Laurent de JUSSIEU (1748-1836) a creat un sistem de clasificare „natural" cuprinzând trei grupe: Acotiledonate (Criptogame), Monocotiledonate și Dicotiledonate. Aceste grupe au fost divizate în 15 clase și 100 de subgrupe naturale numite ordine (corespunzând însă conceptului actual de familie). A.-L. de JUSSIEU este autorul operei *Genera plantarum* (1789) care este considerată de către *Codul Internațional de Nomenclatură Botanică* ca punct de plecare pentru nomenclatura familiilor.

Augustin-Pyramus de CANDOLLE (1778–1841) a aprofundat studiul familiilor insistând asupra caracterelor morfologice. El propune în *Théorie élémentaire de la botanique* (1813) două grupe: plante vasculare (*Vasculares*) și ne-vasculare (*Cellulares*). Plantele vasculare au fost divizate în *Exogenae* (cu fascicule conducătoare dispuse ordonat), sau Dicotiledonate, și *Endogenae* (cu fascicule conducătoare dispuse ne-ordonat), sau Monocotiledonate. În interiorul Dicotiledonatelor a creat subdiviziuni bazate pe concepte care sunt încă în actualitate: *Thalamiflorae*, *Caliciflorae*, *Corolliflorae*, *Monochlamydae*. În *Prodromus systemis naturalis regni vegetalis* (1824–1873) A.-P. de CANDOLLE a descris 161 de familii, peste 5000 de genuri și 58 000 de specii. Sistematica lui CANDOLLE s-a bazat pe morfologia florală, principiu adoptat ulterior de toți cercetătorii.

George *BENTHAM* (1800–1884) și *Joseph Dalton HOOKER* (1817–1911) sunt autorii operei *Genera plantarum* (1862–1883), inspirată de clasificările lui JUSSIEU și CANDOLLE. Ei au propus trei grupe de Angiosperme: Polypetalae, Gamopetalae și Monoclamydeae. Sistemele elaborate de CANDOLLE și de BENTHAM & HOOKER redau relațiile dintre grupele de plante fiind astfel sisteme filogenetice.

Jean Baptiste Monet, Chevalier de LAMARCK (1744–1829) propune ideea evoluției în seriile naturale. El prezintă, de asemenea, o metodă analitică pentru identificarea plantelor, metodă ce stă la baza cheilor dichotomice moderne.

Adolphe Théodore BROGNIART (1801–1887) sugerează folosirea formelor fosile pentru elaborarea unui sistem filogenetic. Este fondatorul paleobotanicii.

August-Wilhelm EICHLER (1835–1887) aplică sistemului său teoria evoluționistă, fără a admite însă ideea unei reduceri secundare. Astfel, pentru acest autor, tot ce este simplu este și primitiv. Clasificarea sa generală este foarte modernă: *Cryptogames* (Thallophytes, Bryophytes și Pteridophytes) și *Phanerogames* (Gymnospermae și Angiospermae).

Adolph ENGLER (1844-1930) propune primul sistem complet evoluționist. În acest sistem pornește de la clasificarea lui EICHLER. După școala lui ENGLER, mono- și dicotiledonatele ar descinde din gimnosperme dispărute, cele două linii având evoluții separate. Monocotiledonatele ar fi apărut înaintea dicotiledonatelor. Împreună cu Karl PRANTL, ENGLER publică *Die naturlichen Pflanzenfamilien* (1187–1915) și *Das Pflanzenreich* (1900–1953).

Richard von WETTSTEIN (1863–1931) a adoptat fără rezerve principiile lui DARWIN și a stabilit o filogenie a plantelor foarte coerentă, conform căreia viața a apărut în apă, apoi a evoluat de la simplu la complicat, originea cormofitelor trebuind a fi căutată în organisme asemănătoare algelor verzi. A integrat schemei sale evolutive teoria lui HOFMEISTER referitoare la alternanța de generații. După WETTSTEIN, *Gnetum* ar fi un ancestor potențial al angiospermelor. Ca și EICHLER și ENGLER, WETTSTEIN consideră că floarea angiospermelor derivă din inflorescența gimnospermelor și că amentiferele sunt plante primitive.

Charles E. BESSEY (1845–1915) – botanist american – a publicat un sistem filogenetic și monofiletic bazat pe cele elaborate de CANDOLLE, BENTHAM & HOOKER și HALLIER. După el, taxonomia trebuie să reflecte secvența evolutivă și relațiile dintre taxoni (*Phylogeny and Taxonomy of the Angiosperms,* 1893). Ranalele și ancestorii lor sunt considerate angiosperme primitive din care au derivat monocotiledonatele și dicotiledonatele. BESSEY a adoptat conceptul de *proanthostrobilus* propus de ARBER și PARKIN (1907) pentru a explica originea angiospermelor (teoria euantiei). El a respins ipoteza pseudantiei susținută de școala germană (conform căreia inflorescențele regrupează mici flori imperfecte). BESSEY estimează că dubla fecundație este un caracter suficient pentru a justifica monofiletismul plantelor cu flori. El admite ipoteza propusă de HALLIER, conform căreia *Cycas-Bennetitales* ar fi ancestori ai angiospermelor. Ranalele (sensu *Hallier*) sunt la originea a trei linii: *monocotiledonate*, *dicotiledonate strobiloidee* și *dicotiledonate cotiloidee*. El acordă importanță deosebită poziției ovarului, numind *strobiloidee* plantele cu ovar superior și *cotiloidee* plantele cu ovar inferior. Sistemul lui BESSEY stă la baza marilor sisteme americano-ruse (CRONQUIST, TAKHTAJAN, DAHLGREN și THORNE).

Hans HALLIER (1868–1932) asociază taxonomia şi filogenia, integrând în clasificarea sa maximum de elemente morfologice, anatomice, biologice şi fitochimice. Ca şi WETTSTEIN, consideră genul *Gnetum* ca fiind cel mai apropiat părinte al angiospermelor. Ca şi CANDOLLE, desemnează policarpicele (*Ranales*) ca dicotiledonatele cele mai primitive. Consideră floarea de tip *magnoliid* ca arhetip al angiospermelor, apărută din *Bennetittaceae*, grup fosil care asigură legătura în *Cycadaceae* şi *Magnoliaceae*. Apără originea proranaliană a monocotiledonatelor şi paternitatea între *Piperales* şi *Arales*, ipoteze care vor fi confirmate de rezultate mai recente ale sistematicii moleculare.

John HUTCHINSON (1884–1972) a adus modificări importante clasificărilor elaborate de CANDOLLE, BESSEY şi BENTHAM & HOOKER. Divide dicotiledonatele în lemnoase şi erbacee. Cele lemnoase au derivat din *Magnoliales* lemnoase, cele erbacee din *Ranales* erbacee, arhetipul angiospermelor fiind floarea de *Magnolia*. Conceptul de familie elaborat de HUTCHINSON este apropiat de cel al lui BESSEY.

Alfred B. RENDLE (1865–1938) propune un nou sistem, bazat pe cel al lui ENGLER. Divide dicotiledonatele în trei grupe: *Monochlamydeae*, *Dialypetalae* şi *Gamopetalae*. Consideră plantele lemnoase mai primitive decât cele erbacee, ipoteză parţial confirmată de biologia moleculară.

Auguste A. PULLE (1978–1955) a propus un sistem intermediar între cel elaborat de ENGLER şi cel elaborat de şcoala anglo-saxonă. A clasificat plantele cu seminţe în patru linii distincte: *Pteridospermae*, *Gymnospermae*, *Chlamydospermae* şi *Angiospermae*.

Clasificările contemporane premoleculare

Dualismul între abordările filogenetice şi cele morfologice dăinuie. Sistemele bazate pe caractere morfologice, anatomice şi fitochimice permit determinarea facilă a taxonilor, dar nu reflectă decât imperfect afinităţile între grupe. Din contră, sistemele care au fost construite pe baza unor ipoteze filogenetice nu pot fi utilizate decât foarte greu pentru identificarea taxonilor (Spichiger & al. 2000).

Fiecare sistem de clasificare reflectă măsura pe care fiecare botanist a acordat-o caracterelor şi reprezentarea sa personală a relaţiilor posibile dintre grupele de plante. Aceste reprezentări sunt influenţate de sistemele precedente. BESSEY, HALLIER, şcoala anglo-saxonă au marcat profund clasificările realizate de unii autori contemporani.

Armen TAKHTAJAN (1910–) dezvoltă un sistem filogenetic pentru angiosperme. Mai întâi publicat în rusă, el a fost tradus în engleză în 1961, apoi modificat în 1964 şi 1969. Sistemul său este bazat pe cel al lui BESSEY şi influenţat de HALLIER. Grupele sale sunt strict definite, de unde necesitatea multiplicării taxonilor. El divide *Magnoliophyta* în două clase: *Magnoliopsida* şi *Liliopsida*, ambele împărţite în subclase. *Magnoliopsida* (dicotiledonate) grupează 7 subclase, 20 supraordine şi 71 ordine, *Liliopsida* (monocotiledonate) trei subclase,

8 supraordine şi 21 ordine. După el, *Magnoliales* constituie ordinul cel mai primitiv plecând de la care celelalte grupe de angiosperme au evoluat. Cât despre *Liliopsida*, ele au derivat dintr-un precursor din care au rezultat şi *Nymphaeales*.

Arthur CRONQUIST (1919–1992), de la Grădina Botanică din New York, prezintă un sistem de clasificare pentru dicotiledonate în 1957, a cărui bază este cel al lui BESSEY, şi apoi un altul pentru ansamblul plantelor cu flori, în 1966 şi 1968. Sistemul său, foarte coerent şi bine documentat, integrează munca lui TAKHTAJAN şi a altor botanişti contemporani. Arborele său evolutiv este reprezentat de două ramuri, *Magnoliopsida* şi *Liliopsida*, care au derivat dintr-un grup primitiv de *Ranales*. El divide *Magnoliophyta* în 6 subclase (*Magnoliidae*, *Hamamelidae*, *Caryophyllidae*, *Dilleniidae*, *Rosidae*, *Asteridae*) şi 55 de ordine şi *Liliopsida* în 5 subclase (*Alismatidae*, *Arecidae*, *Commelinidae*, *Zingiberidae*, *Liliidae*) şi 18 ordine. În 1981 publică *An integrated sistem of classification of flowering plants*, unde propune sinopsisuri, descrieri cu comentarii critice susţinute de numeroase referinţe bibliografice. În 1988, el reia ideile sale sub formă de compendiu în *The evolution and classification of flowering plants*. CRONQUIST recunoaşte arbitrarul unora dintre grupările sale. Sistemul său nu rămâne însă mai puţin logic şi didactic. Deşi încă se fac referinţe la el, cele mai multe linii au rămas cu semn de întrebare în lumina rezultatelor furnizate de biologia moleculară.

George L. STEBBINS (1906–2000), reluând sistemele lui CRONQUIST, TAKHTAJAN şi HUTCHINSON, propune, în 1974, o reprezentare circulară a clasificării angiospermelor, unde apare gradul de evoluţie şi specializare a ordinelor în raport cu un ancestor arhaic primitiv, situat în centrul discului. El integrează criteriile genetice, geologice, reproductive, paleobotanice şi ecologice, pentru a îmbunătăţi sistemul lui CRONQUIST.

Robert F. THORNE (1920–). Sistemul acestui botanist este de asemenea o perfecţionare a celui elaborat de Cronquist. THORNE (1983, 1992) propune două clase de angiosperme, *Magnoliopsida* şi *Liliopsida*, pe care le divizează în supraordine. El utilizează o reprezentare grafică bidimensională pentru liniile sale, în centrul diagramei fiind precursorul protoangiospermian ipotetic. Grupele cele mai evoluate se regăsesc la periferia discului. THORNE utilizează caractere originale cum ar fi co-evoluţia, parazitologia şi unele date moleculare şi biochimice. Este probabil, dintre toate sistemele, cel mai bine coroborat cu sistematica moleculară.

Rolf DAHLGREN (1932–1989). În clasificările acestui botanist intervin masiv elemente chimiotaxonomice. El prezintă o diagramă filogenetică, unde *Magnoliidae* sunt divizate în 25 de supraordine iar *Liliidae* în 10. Ca şi Thorne, DAHLGREN (1983, 1985) utilizează supraordinele în locul subclaselor pentru a indica mai bine afinităţile între grupe. După el nici o grupă modernă nu este ancestorul unei alte grupe. Numai supravieţuirea unor caractere ancestrale poate atesta gradul de arhaism al unui grup. El consideră clasic că plantele cu flori sunt

monofiletice. DAHLGREN este în special interesat de monocotiledonate unde a divizat ordinele într-un număr mare de familii. Sistemul său este apropiat de cel al lui THORNE, şi, ca şi al lui, derivat din cele ale lui CRONQUIST şi TAKHTAJAN.

O consecinţă a adoptării ipotezei besseyene de către sistemele contemporane este importanţa relativ scăzută acordată gamopetaliei în aceste sisteme de clasificare. În fapt, dacă CANDOLLE, BENTHAM, HOOKER şi ENGLER au considerat gamopetalia ca un caracter discriminant în ansamblul dicotiledonatelor monofiletice (*Corolliflorae*, *Gamopetalae*, *Sympetalae*, *Metachlamydae* etc.), taxonii gamopetali au fost, din contră, dispersaţi în diferite linii de aproape toate sistemele besseyene. Este adevărat că rezultatele furnizate de sistematica moleculară au tendinţa de a confirma opiniile candolleene şi engleriene. La fel, dacă ipoteza besseyană a arhetipului angiospermian magnoliidian euantial a prelevat în sistemele contemporane, rezultatele recente ale sistematicii moleculare indică că ipoteza precursorului pseudoantial, după HALLIER sau ENGLER, nu este respinsă (arhetip aralian sau piperalian).

Marile sisteme de clasificare enumerate mai sus sunt încă larg utilizate şi vor fi probabil mult timp. Totuşi, ele transpun ideea pe care diverşii autori şi-au făcut-o asupra evoluţiei organismelor. Aceştia au selectat caracterele pe care le-au considerat importante pentru delimitarea taxonilor. Există aşadar mai multe sisteme de clasificare, în funcţie de greutatea pe care fiecare specialist o dă diferitelor caractere. Aceste clasificări sunt calificate în prezent ca fiind sistematică intuitivă, subiectivă sau tradiţională. Cercetarea metodelor mai obiective s-a dezvoltat la sfârşitul secolului trecut profitând de puterea noilor unităţi de calcul şi de analizele moleculare.

De aproximativ 20 ani s-a intensificat folosirea secvenţelor acizilor nucleici pentru realizarea de clasificări filogenetice. Utilizarea moleculelor de ADN şi ARN în sistematică a dat naştere unei revoluţii, aceea a **sistematicii moleculare**. Acesteia i se reproşează analiza unei porţiuni infime a genomului, în timp ce morfologii studiază organismul întreg. Totuşi, comparând secvenţele unei gene de aproximativ 1500 perechi de baze, sunt în jur de 1500 de caractere care sunt analizate, mai mult decât într-o analiză morfologică. Cantitatea considerabilă a caracterelor moleculare analizabile nu s-ar putea face decât graţie dezvoltării unor mijloace de calcul puternice (bioinformatica). Dezvoltarea mijloacelor de analiză a datelor şi secvenţarea automată permit acumularea caracterelor moleculare la o viteză considerabilă. Dacă înainte amplificarea unei regiuni a ADN prin clonare într-o bacterie, apoi secvenţarea manuală cu produse radioactive cerea câteva săptămâni, astăzi amplificarea prin reacţia de polimerizare în lanţ (PCR) şi secvenţarea automată nu ia mai mult de două zile.

În 1993, CHASE et al. au făcut analize cladistice pentru 500 de secvenţe de ADN, reprezentând ansamblul plantelor cu seminţe. Rezultatele obţinute de ei marchează o turnură decisivă în botanică şi permit reconsiderarea arborilor

filogeniei plantelor. Dacă unele rezultate sunt în acord cu sistemele tradiționale recente sau mai vechi (CANDOLLE), altele repun în discuție și conduc la revizuirea monofiletismului marilor grupe (*Hamamelidae* și *Dileniidae* după CRONQUIST), originea plantelor cu flori (de exemplu paleo-arbori, paleo-ierburi) sau a poziției sistematice a unor taxoni.

Au urmat numeroase alte publicații, au fost utilizate alte gene și aceste cercetări au culminat în 1998 cu publicarea unei noi clasificări a plantelor cu flori, nu de către o singură autoritate, ci de un grup de cercetători: *Angiosperm Phylogeny Group* (APG). În 2003 sistemul elaborat de APG pe baze moleculare este îmbunătățit. Astfel, în cea mai recentă și modernă clasificare, angiospermele sunt divizate în monocotiledonate și dicotiledonate. Monocotiledonatele cuprind commelinide și câteva ordine rămase neîncadrate (Acorales, Alismatales, Liliales, Asparagales, Dioscoreales, Pandanales). Dicotiledonatele cuprind rosidele, asteridele și, de asemenea, câteva ordine neîncadrate (Ceratophyllales, Ranunculales, Proteales etc.). În conformitate cu această clasificare magnoliidele sunt un grup distinct față de monodicotiledonate și dicotiledonate. De asemenea, câteva familii și ordine au rămas neîncadrate (Austrobaileyales, Nymphaeaceae, Amborellaceae, Chloranthaceae).

Un sistem de clasificare bazat pe unele mai vechi, dar incluzând și date ale sistematicii moleculare a fost publicat de EHRENDORFER în 1998 (Strasburger et al. 1998). Conform acestui sistem embriofitele (plante verzi terestre) cuprind trei încrengături: Bryophyta (cu clasele Anthocerotopsida, Marchantiopsida, Jungermaniopsida, Bryopsida), Peridophyta (cu clasele Psilophytopsida, Psilotopsida, Lycopodiopsida, Equisetopsida, Pteridopsida) și Spermatophyta cu trei subîncrengături: Coniferophytina (cu clasele Ginkgoopsida, Pinopsida), Cycadophytina (cu clasele Lyginopteridopsida, Cycadopsida, Bennetittopsida, Gnetopsida), Magnoliophytina (cu clasele Magnoliopsida, Rosopsida, Liliopsida).

În România, primele lucrări de cercetare botanică au fost cele *floristice*. Acestea descriau numeroase specii răspândite în diferitele regiuni ale țării, dar nu aduceau contribuții la clasificarea plantelor. Printre cei care s-au ocupat de inventarierea și răspândirea plantelor în diferite regiuni ale țării s-au numărat: *J. BAUMGARTEN*, *F. SCHUR*, *M. FUSS*, *F. PORCIUS* – în Transilvania; *J. HEUFFEL* – în Banat; *J. CZIHAK* și *J. SZABÓ* – în Moldova; *Fr. HERBICH* – în Bucovina; *I. CARACAS* – în Muntenia; *V. IANKA* – în Dobrogea.

Prima lucrare de sinteză asupra florei țării noastre – *Prodromul florei române* – a fost publicată de *Dimitrie BRÂNDZĂ* în 1879. Aceasta cuprinde circa 2100 de specii clasificate după sistemul linean.

Taxonomia filogenetică este marcată la noi în țară de lucrarea lui *Dimitrie GRECESCU*, *Conspectul florei României* (1898). Sistemul elaborat de *GRECESCU* clasifică circa 2500 de plante, inspirat fiind în bună parte de cel elaborat de JUSSIEU.

Alexandru BORZA este autorul primului sistem original de clasificare filogenetică în care subliniază filiația, vechimea, volumul și rangul taxonilor (1925). Mai târziu, în 1948, publică *Conspectul Florei României* în care urmează sistemul lui Engler.

Iuliu PRODAN publică *Determinator al plantelor ce cresc în România* (1923), numeroase monografii taxonomice (*Achillea*, *Centaurea*, *Rosa*, *Iris*) și primele lucrări de botanică aplicată.

Cea mai importantă și completă lucrare în taxonomia vegetală românească este *Flora României* (1952–1976), operă în 13 volume elaborată de 28 de botaniști sub redacția lui *Traian SĂVULESCU*. Publicarea acesteia a fost urmată spre sfârșitul secolului al XX-lea de lucrări menite să actualizeze și să sintetizeze informația din Flora României. Dintre acestea menționăm *Flora ilustrată a României* (2000), publicată de *Vasile CIOCÂRLAN*, un instrument valoros ce prezintă speciile spontane și cultivate frecvent în România sub formă de chei dichotomice însoțite de ilustrație, permițând astfel o corectă identificare a lor. Totodată, această lucrare actualizează nomenclatura speciilor de plante din flora României.

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

IV. EVOLUŢIA PLANTELOR DE-A LUNGUL ERELOR GEOLOGICE

Cele mai vechi organisme au apărut încă din **Precambrian**, cu circa 3,5 miliarde de ani în urmă. În sprijinul acestei afirmații stau mărturie stromatoliții răspândiți din Spitsbergen şi estul Groenlandei până în sudul Africii, Australia şi parțial Antarctica. Aceştia sunt alcătuiți din numeroase straturi sedimentare şi reprezintă urme fosile ale unor comunități bacteriene (Willis & McElwain 2002). Astfel de structuri se formează şi în prezent în medii supersaline sau cu izvoare termale, ca rezultat al activității unor cianobacterii. *Synechococcus*, care trăieşte la circa 70°C, în ape fierbinți din Parcul Național Yellowstone, extrage din apă carbonați pe care apoi îi secretă în jurul propriilor filamente, dând naştere astfel unor mase mari asemănătoare rocilor – stromatoliții (Mauseth 2003).

Primele eucariote se pare că s-au format în urmă cu 2,7 miliarde de ani. Cele mai vechi fosile eucariote sunt considerate a fi: alga *Grypania* (2,1 miliarde ani) – similară cu specii actuale ale genului *Acetabularia*, o algă roşie similară cu *Bangia* (1,2 miliarde ani) şi o algă verde similară cu specii actuale ale genului *Cladophora* (800–700 milioane ani) (Willis & McElwain 2002).

Din **Cambrian** şi până spre sfârşitul **Silurianului** întreaga biosferă era formată din bacterii, alge, ciuperci şi nevertebrate acvatice. Spre sfârşitul Silurianului apar psilofitele, ferigi primitive considerate ca având originea în algele verzi, în particular în Charophyceae, în acest sens existând numeroase dovezi fosile, biochimice, morfologice şi moleculare (Willis & McElwain 2002).

Una dintre cele mai vechi plante terestre, descoperită în depozite de vârstă siluriană, este *Cooksonia*, o rinofită alcătuită din axe ramificate dichotomic purtând terminal sporangi (Fig. 1). Aşadar, primele plante terestre au fost rinofitele. Acestea au apărut la sfârşitul Silurianului – începutul Devonianului. Erau alcătuite din axe

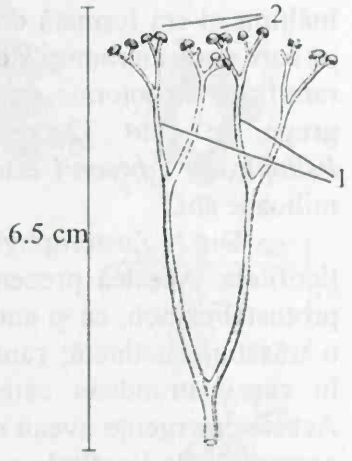


Fig. 1. *Cooksonia* - rinofită alcătuită din axe ramificate dichotomic (1), purtând terminal sporangi (2) (după Willis & McElwain 2002, p. 59)

ramificate dichotomic cu sporangi situați terminal (*Cooksonia*, *Rhynia*). La unii reprezentanți (*Rhynia*) axele verticale porneau de pe rizomoizi (Fig. 2).

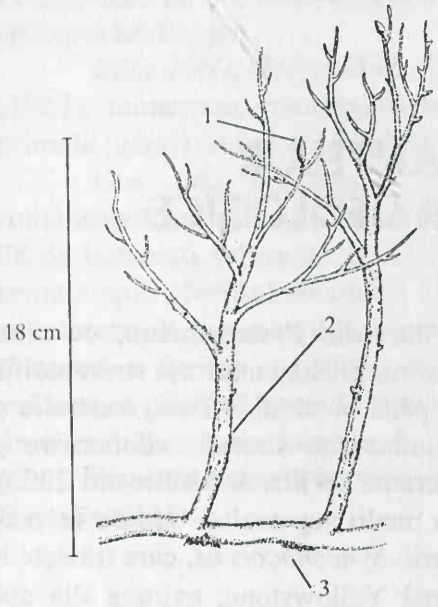


Fig. 2. *Rhynia gwynne-vaughanii*: 1 - sporangi solitari, 2 - tulpină de 2–3 cm diametru, 3 - rizomoizi (după Willis & McElwain 2002, p. 62)

Un alt grup de plante care se diferențiază de timpuriu (**începutul Devonianului**) este Zosterophyllophyta. Acesta prezintă unele similarități cu Rhyniophyta, dar și caracteristici distincte cum ar fi: sporangi situați lateral, dehiscența transversală a sporangilor, protostel exarch.

De remarcat este faptul că aceste plante nu erau prea înalte, dimensiunile lor fiind de ordinul centimetrilor (*Cooksonia* – 6,5 cm, *Rhynia* – 18 cm, *Zosterophyllum* – 30 cm).

La **sfârșitul Slurianului – începutul Devonianului** se presupune că au apărut și plantele non-vasculare (ex. mușchii vegetali), fosilizarea lor nu a fost însă posibilă datorită absenței cuticulelor sau a unor structuri îngroșate.

Din Rhyniophyta au evoluat trimerofitele care au devenit grup distinct în Devonianul inferior și au supraviețuit până în Devonianul superior. *Psilophyton dawsonii* este una dintre cele mai cunoscute specii ale acestui grup (Fig. 3). Avea aproximativ 60 cm înălțime și era formată dintr-o tulpină centrală de pe care porneau ramuri sterile și fertile. Acestea se ramificau dichotomic de 6 ori și se terminau cu grupe de câte 32 de sporangi. Vârsta lui *Psilophyton dawsonii* este apreciată la circa 395 milioane ani.

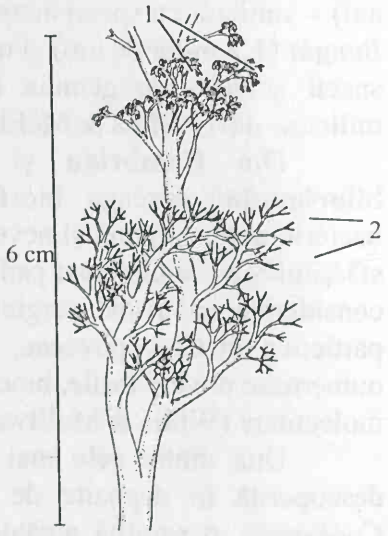


Fig. 3. *Psilophyton dawsonii*: 1 - ramuri fertile cu grupe de sporangi, 2 - ramuri vegetative (după Willis & McElwain 2002, p. 65)

Din Zosterophyllophyta au evoluat licofitele. Acestea prezentau sporangi laterali și protostel exarch, ca și ancestorii lor, dar aveau și o trăsătură distinctă; ramurile purtau emergențe în care pătrundeau câte un fascicul vascular. Aceste emergențe aveau rol fotosintetic. Ele sunt prezente și la licofitele actuale (ex. *Lycopodium*, *Selaginella*) numindu-se microfile (frunze de tip microfilin). Printre licofitele apărute în Devonian se numără *Baragwanathia*, *Drepanophycus*, *Protolepidodendron*.

BUCHAREST UNIVERSITY LIBRARY

Tot în Devonian au apărut şi primele artrofite (equisetate, sfenopside) şi filicopside. Acestea s-au desprins ca linii evolutive distincte din trimerofite.

Dintre artrofite (plante cu tulpini articulate) amintim aici *Hyenia elegans* şi *Calamophyton primaevum*. Acestea aveau tulpini neregulat articulate şi frunze mici, dichotomic ramificate, dispuse verticilat pe ramuri; sporangii erau situaţi în vârful sporangioforilor bifizi şi recurbaţi, la rândul lor aşezaţi la extremitatea ramurilor (Pop et al. 1983).

Dintre filicopsidele devoniene menţionăm pe *Protopteridium hostimense* şi *Cladoxylon scoparium*. Acestea purtau pe tulpini pinule (rămurele subţiri) verzi, mici, filiforme, dispuse terminal sau serial (filofore) (Pop et al. 1983). Sporangii erau situaţi la extremitatea rămurelelor fertile şi produceau izospori.

O altă ferigă devonaină este *Archaeopteris* (Fig. 4). Aceasta era înaltă de până la 30 m. Din tulpina principală se desprindeau în partea superioară ramuri laterale care purtau frunze sterile de tip macrofilin şi ramificaţii fertile purtătoare de sporangi. Din punct de vedere structural, tulpina avea un cilindru central de tip eustelic, asemănător cu cel al gimnospermelor, cu lemnul alcătuit din traheide cu punctuaţiuni areolate. Sistemul radicular era alcătuit dintr-o axă principală şi numeroase rădăcini laterale. Aşa cum indică dovezile fosile, *Archaeopteris* era o ferigă heterosporă (Willis & McElwain 2002). *Archaeopteris* aparţine grupului progimnospermelor, din care se consideră că au evoluat plantele cu seminţe (spermatofitele).

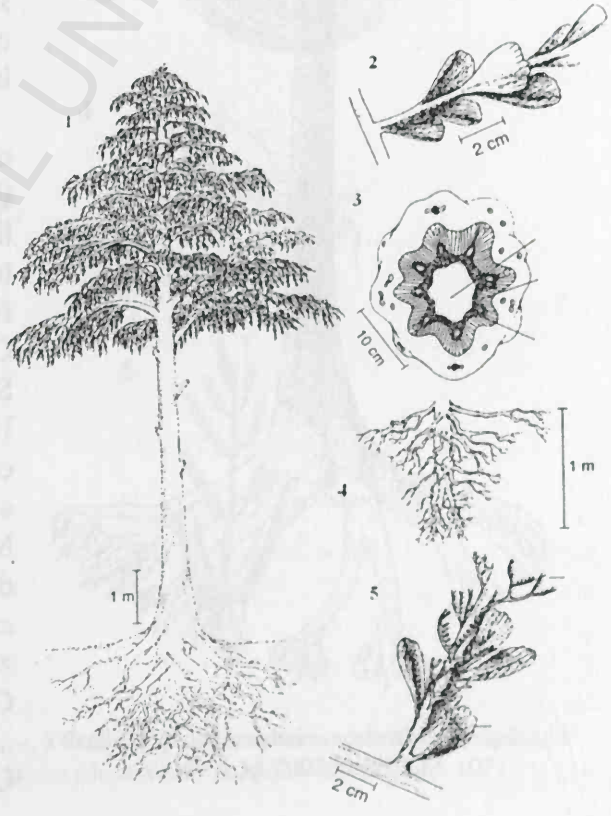


Fig. 4. *Archaeopteris*: 1 - habitus, 2 - frunze, 3 - tulpina, 4 - sistemul radicular, 5 - ramură cu sporangi şi frunze (după Willis & McElwain 2002, p. 111)

BCU IASI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tot heterosporă este şi *Chaleuria*. Specimene datând din Devonianul superior indică faptul că aceasta avea două tipuri de sporangi: unii care produceau spori de 30–48 µm şi alţii care produceau spori de 60–150 µm (Willis & McElwain 2002).

Carboniferul este era în care ferigile au atins apogeul. În Carboniferul inferior zonele cu climat tropical, cald şi umed, erau populate cu licopside şi sfenopside arborescente. Zonele cu climat temperat erau populate de licopside şi sfenopside arbustive, subarbustive şi erbacee.

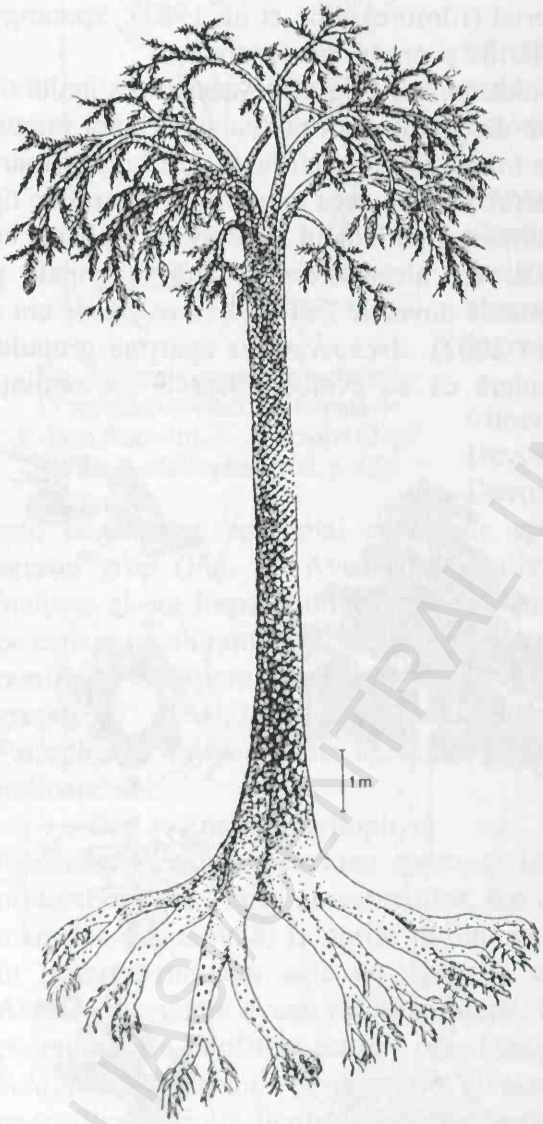


Fig. 5. *Lepidodendron* – habitus (după Willis & McElwain 2002, p. 103)

Una dintre cele mai cunoscute licopside din Carbonifer este *Lepidodendron* (Fig. 5). Acesta atingea până la 35 m înălţime şi 1 m diametru. Partea superioară a trunchiului era puternic ramificată formând o coroană densă. Frunzele, lungi de până la 1 m, triunghiulare în secţiune transversală, erau dispuse spiralat. *Lepidodendron* era heterospor. Sporofilele erau grupate în strobili la capătul ramurilor, strobili care puteau atinge până la 40 cm lungime (Willis & McElwain 2002).

Dintre sfenopsidele carbonifere, cel mai mare a fost *Calamites* (Fig. 6). Acesta prezenta un rizom târâtor de pe care pornea o tulpină înaltă de până la 18 m. Ramurile şi frunzele erau dispuse verticilat. Cilindrul central era de tip sifonostel. Sporofilele erau grupate în strobili. Unele specii ale genului se pare că erau homospore, în timp ce altele erau heterospore (Willis & McElwain 2002). *Calamites*, alături de *Lepidodendron*, a avut o contribuţie importantă la formarea zăcămintelor de cărbuni în Carbonifer.

Printre filicopsidele datate din Carbonifer se numără şi *Psaronius*

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

(Fig. 7). Aceasta era o ferigă arborescentă, cu trunchiul neramificat, înalt de până la 10 m. Frunzele erau de tip macrofilin, constând în fronde penat-compuse. Unele dintre acestea erau fertile, purtând pe partea inferioară sporangi grupați în sinangii. *Psaronius* era homosporă (Willis & McElwain 2002).

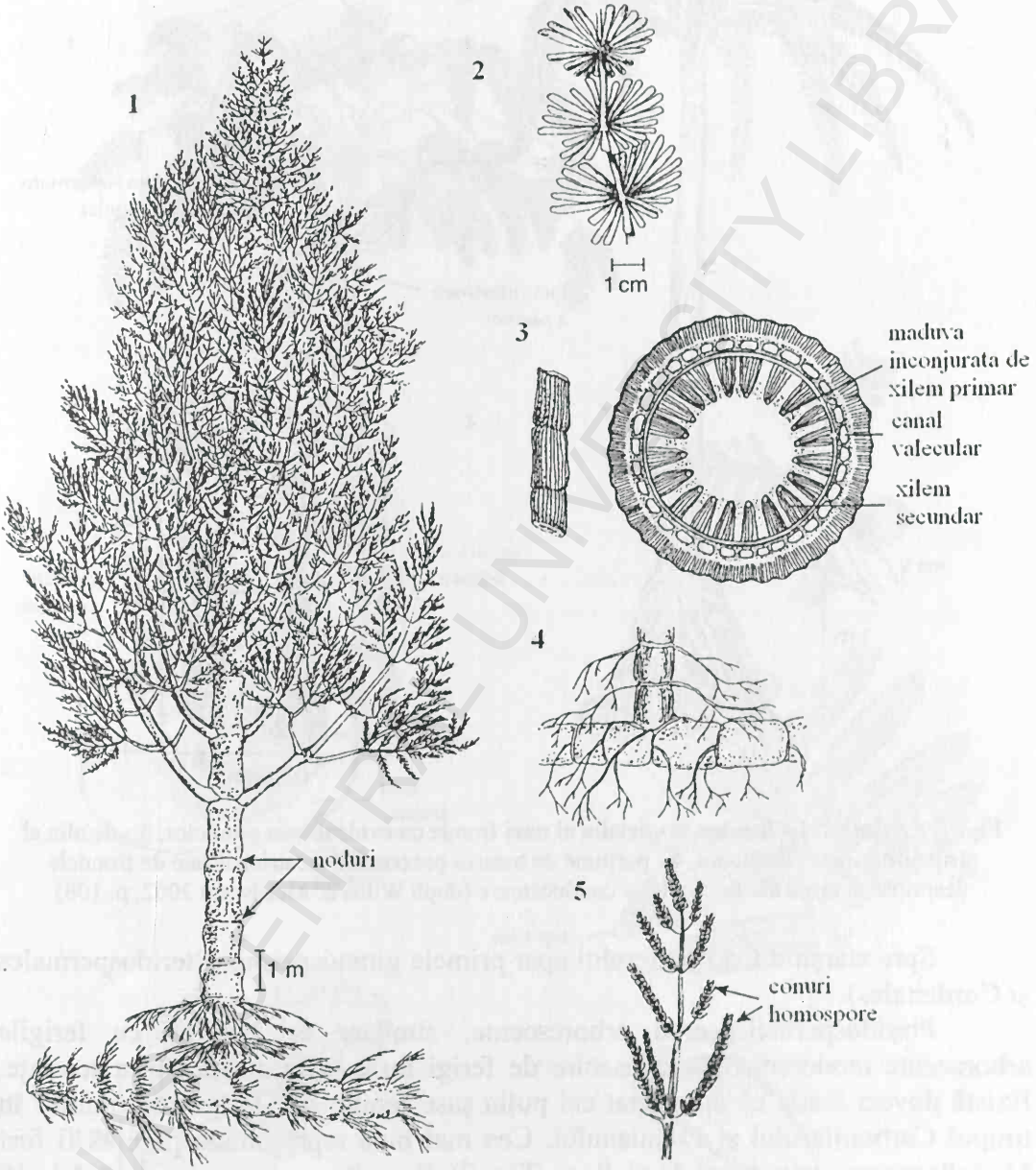


Fig. 6. *Calamites*: 1 - habitus, 2 - frunze, 3 - tulpină și secțiune transversală prin tulpină, 4 - rădăcini, 5 - structuri reproducătoare (după Willis & McElwain 2002, p. 107)

BCU IAȘI - CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

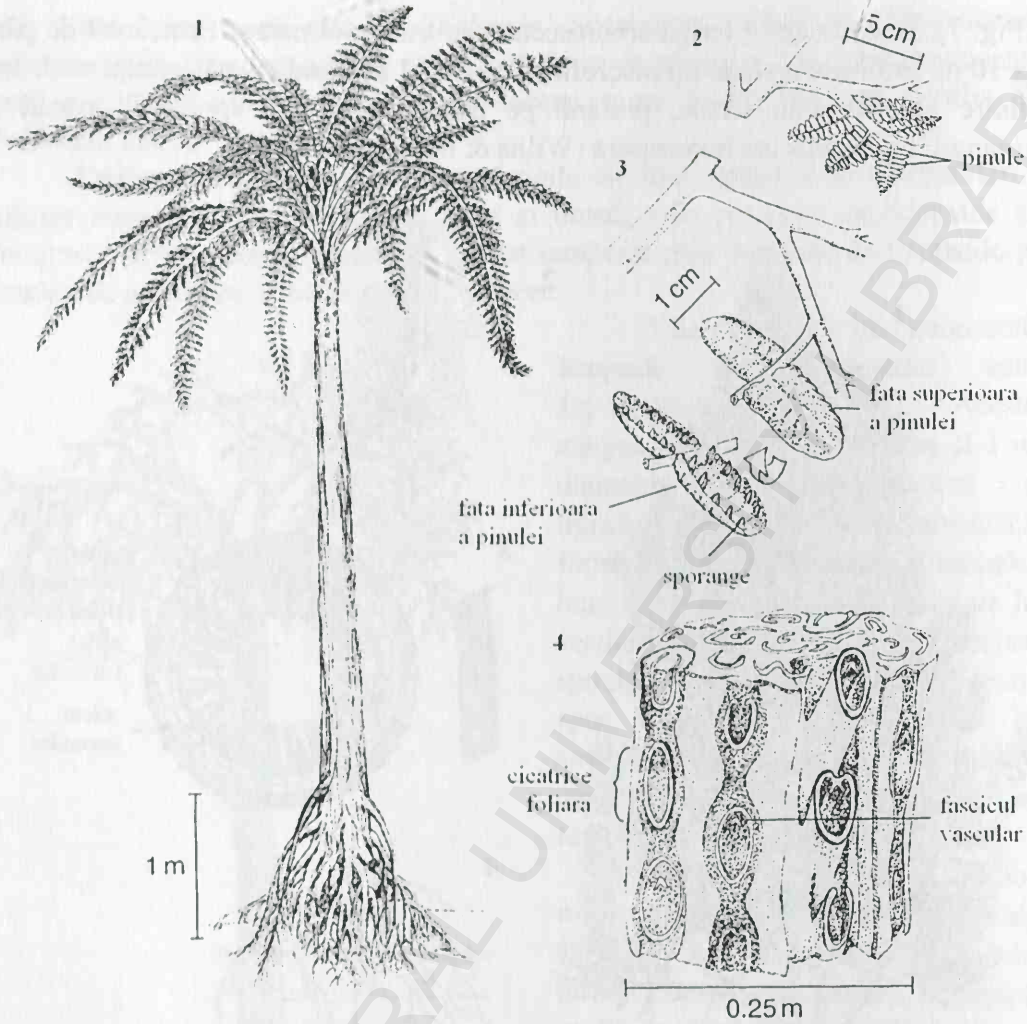


Fig. 7. *Psaronius*: 1 - habitus, 2 - detaliu al unei fronde cu evidenţierea pinulelor, 3 - detaliu al structurilor reproducătoare, 4 - porţiune de trunchi prezentând cicatrice lăsate de frondele desprinse şi urme ale fasciculelor conducătoare (după Willis & McElwain 2002, p. 108)

Spre sfârşitul Carboniferului apar primele gimnosperme (Pteridospermales şi Cordaitales).

Pteridospermele erau arborescente, similare ca habitus cu ferigile arborscente moderne. Spre deosebire de ferigi însă, se înmulţeau prin seminţe. Există dovezi fosile că au existat cel puţin şase familii de „ferigi cu seminţe" în timpul Carboniferului şi Permianului. Cea mai bine reprezentată pare să fi fost Medullosaceae, prin genul *Medullosa* (Fig. 8). Speciile acestuia aveau până la 10 m înălţime. În partea superioară a trunchiului lor se aflau dispuse spiralat frunze mari, penat compuse. Ovulele erau similare cu cele pe care le prezintă cicadalele ceea ce sugerează înrudirea strânsă dintre cele două grupuri (Willis & McElwain

2002). Xilemul secundar conținea traheide largi și se îngroșa într-o manieră neobișnuită, spre centrul tulpinii. Astfel, lemnul secundar se forma spre interiorul lemnului primar, adică invers decât se întâmplă la plantele actuale. Lemnul secundar era înconjurat de cambiul vascular, liberul secundar și cortex (Willis & McElwain 2002).

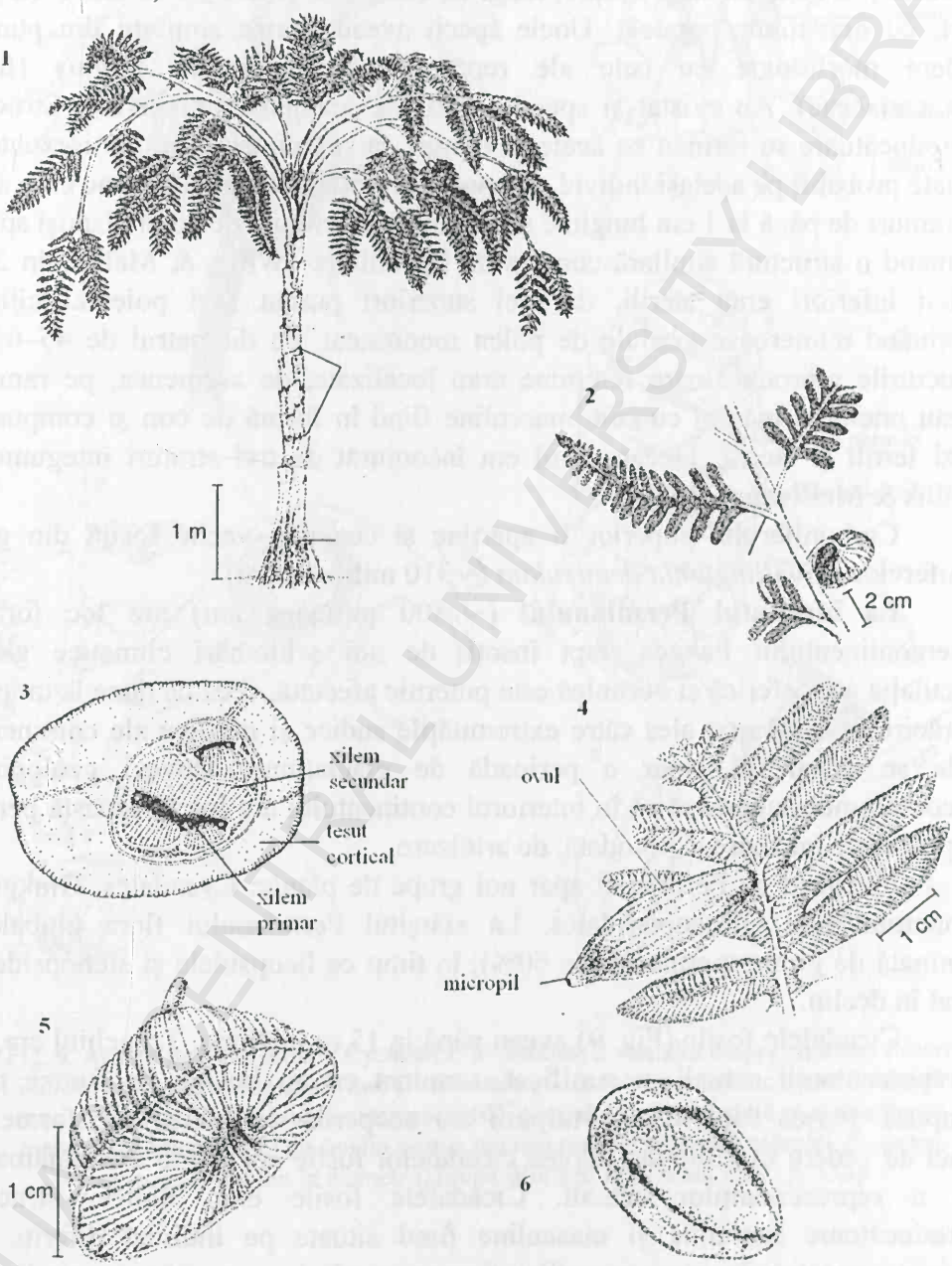


Fig. 8. *Medullosa noei*: 1 - habitus, 2 - frunze, 3 - tulpina și structura stelului, 4 - ovule, 5 - microsporofilă, 6 - polen monolet (până la 600 μm în diametru) (după Willis & McElwain 2002, p. 113)

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Cordaitalele erau predominant arborescente şi ocupau diferite tipuri de habitate, de la cele de tipul mangrovelor până la cele mai uscate. Erau probabil cei mai înalţi arbori ai pădurilor din Carboniferul superior şi, mai târziu, din Permian. Trunchiurile fosile de cordaitale măsoară până la 30 m înălţime şi 1 m diametru. Frunzele, în general, erau simple, lungi de circa 1 m şi late de 15 cm, rotunjite la vârf, cu nervaţiune paralelă. Unele specii aveau frunze similare din punct de vedere morfologic cu cele ale reprezentanţilor genului *Agathis* (familia Araucariaceae). Au existat şi specii cu frunze aciculare, uninervate. Structurile reproducătoare se formau pe aceleaşi ramuri ca şi frunzele. Erau unisexuate, dar situate probabil pe acelaşi individ. Organele reproducătoare masculine erau situate pe ramuri de până la 1 cm lungime şi conţineau un număr de solzi dispuşi spiralat, formând o structură similară conului de la conifere (Willis & McElwain 2002). Solzii inferiori erau sterili, dar cei superiori purtau saci polenici cilindrici conţinând numeroase granule de polen monosacat, cu diametrul de 45–65 μm. Structurile reproducătoare feminine erau localizate, de asemenea, pe ramuri şi aveau unele asemănări cu cele masculine fiind în formă de con şi compuse din solzi fertili şi sterili. Fiecare ovul era înconjurat de trei straturi integumentare (Willis & McElwain 2002).

Carboniferului superior îi aparţine şi cea mai veche fosilă din grupul coniferelor – *Swillingtonia denticulata* (~ 310 milioane ani).

La **începutul Permianului** (~ 300 milioane ani) are loc formarea supercontinentului Pangea, fapt însoţit de noi schimbări climatice globale. Circulaţia atmosferică şi oceanică este puternic afectată, ceea ce duce la un proces de răcire drastică mai ales către extremităţile sudice şi nordice ale continentului unde se instalează chiar o perioadă de glaciaţiune. Dovezi geologice şi paleontologice sugerează că în interiorul continentului are loc în această perioadă un proces de încălzire şi, totodată, de aridizare.

Începând cu Permianul apar noi grupe de plante: Cycadales, Ginkgoales, Bennettitales şi Glossopteridales. La sfârşitul Permianului flora globală era dominată de gimnosperme (peste 60%), în timp ce licopsidele şi sfenopsidele au intrat în declin.

Cicadalele fosile (Fig. 9) aveau până la 15 m înălţime. Trunchiul era, ca şi la reprezentanţii actuali, neramificat, terminat cu un buchet de frunze penat-compuse. Partea superioară a tulpinii era acoperită de frunze solziforme. Din punct de vedere morfologic, tulpina cicadalelor fosile era foarte asemănătoare cu cea a reprezentanţilor actuali. Cicadalele fosile erau dioice, structurile reproducătoare feminine şi masculine fiind situate pe indivizi diferiţi. Cele feminine constau în megasporofile, fiecare purtând un număr de ovule. Cele masculine erau reprezentate de microsporofile care pe partea inferioară purtau numeroşi saci polenici de dimensiuni foarte mici.

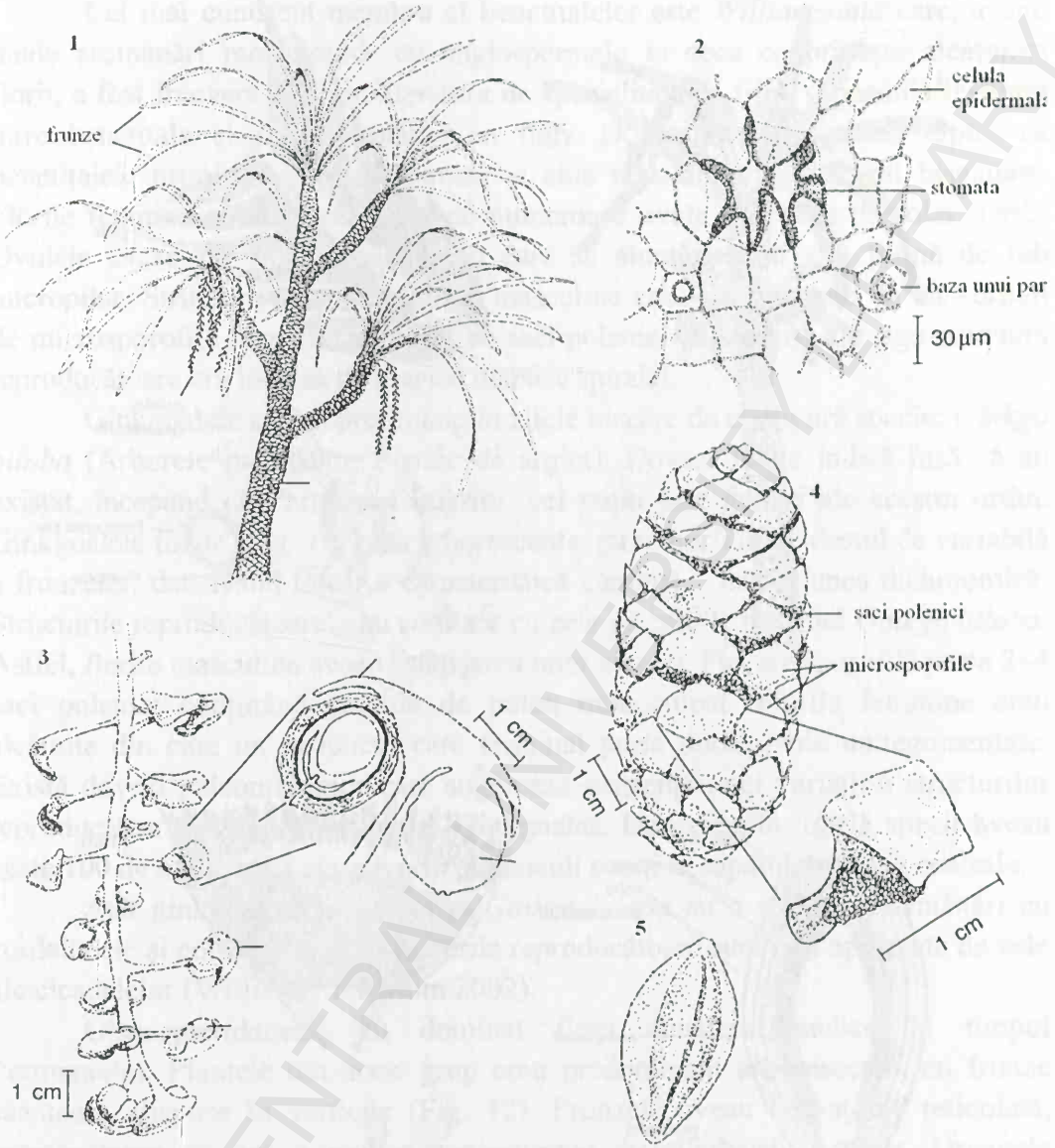


Fig. 9. Arbore fosil din ordinul Cycadales: 1 - habitus, 2 - detaliu asupra cuticulei foliare indicând caracteristicile epidermei şi stomatelor, 3 - structura reproducătoare feminină (con ovulat) cu detaliu asupra macrosporofilei şi ovulelor, 4 - structură reproducătoare masculină (con polenic) cu detaliu asupra microsporofilei şi sacilor polenici, 5 - polen monolet (~ 60 µm în diametru) (după Willis & McElwain 2002, p. 135)

Benetitalele (Fig. 10) aveau unele caractere morfologice asemănătoare cicadalelor, motiv pentru care un timp au fost încadrate în acest ordin.

BCU IAŞI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

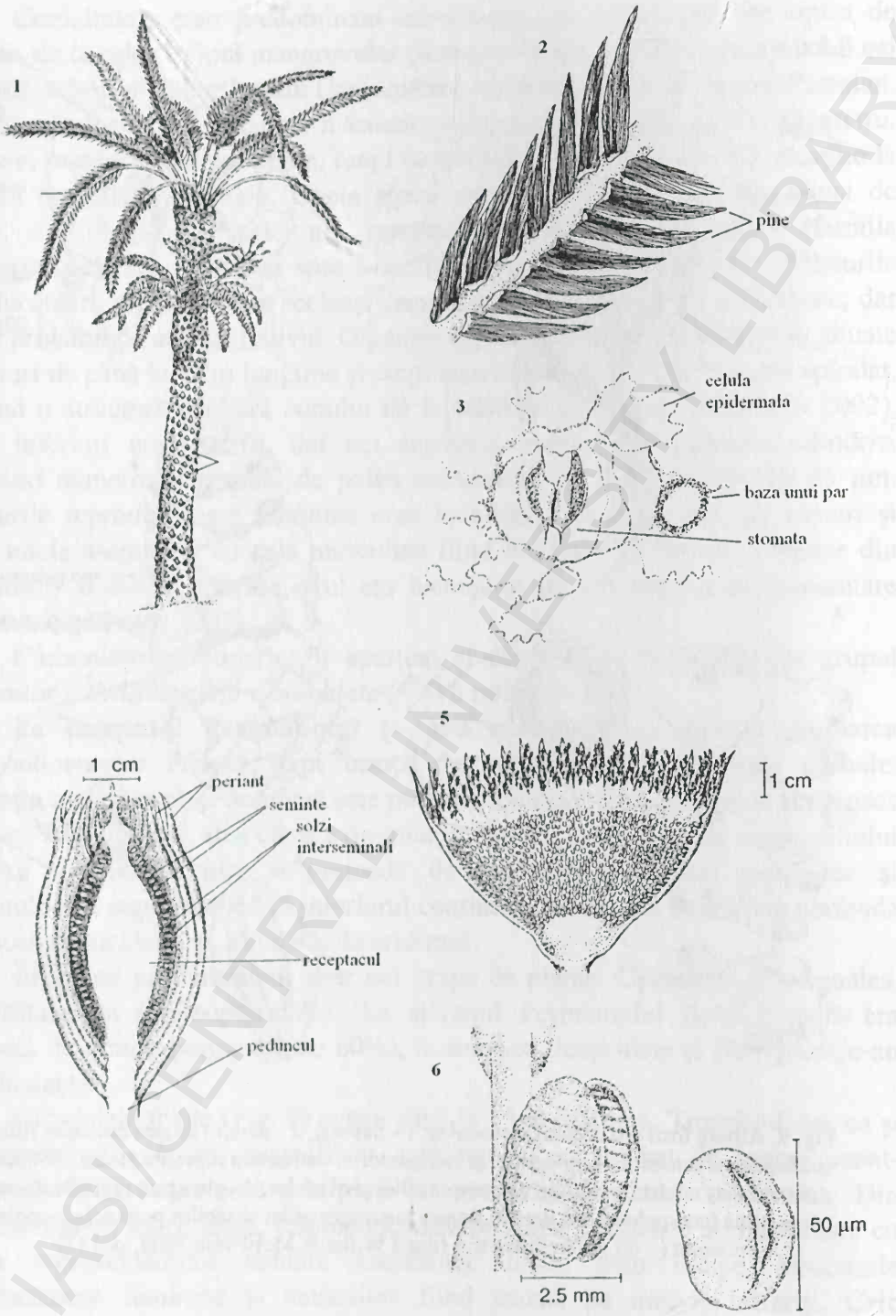


Fig. 10. Arbore fosil din ordinul Benettitales: 1 - habitus, 2 - frunză, 3 - structura epidermei foliare, 4 - structură reproducătoare feminină, 5 - structură reproducătoare masculină, 6 - sac polenic şi polen (după Willis & McElwain 2002, p. 138)

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Cel mai cunoscut membru al benetitalelor este *Williamsonia* care, având unele asemănări morfologice cu angiospermele în ceea ce priveşte alcătuirea florii, a fost frecvent citat de literatura de specialitate ca fiind o posibilă legătură între benetitale şi primele plante cu flori. Dovezile fosile indică faptul că benetitalele primitive erau unisexuate şi abia mai târziu au devenit bisexuate. Florile feminine erau reprezentate de numeroase ovule acoperite de solzi sterili. Ovulele aveau un singur integument care se alungea mult sub formă de tub micropilar. Structurile reproducătoare masculine erau reprezentate de un verticil de microsporofile care purtau grupe de saci polenici (sinangii). Întreaga structură reproducătoare era închisă de bractee dispuse spiralat.

Ginkgoalele sunt reprezentate în zilele noastre de o singură specie: *Ginkgo biloba* (Arborele pagodelor, Piersic de argint). Dovezi fosile indică însă că au existat, începând cu Permianul inferior, cel puţin şase genuri ale acestui ordin. Ginkgoalele fosile (Fig. 11) erau arborescente, cu o morfologie destul de variabilă a frunzelor, dar având totuşi o caracteristică comună – nervaţiunea dichotomică. Structurile reproducătoare erau similare cu cele pe care le prezintă *Ginkgo biloba*. Astfel, florile masculine aveau înfăţişarea unor amenţi. Fiecare sporofilă purta 2–4 saci polenici conţinând granule de polen monocolpat. Florile feminine erau alcătuite din câte un peduncul care terminal purta două ovule unitegumentate. Există dovezi paleontologice care sugerează existenţa unei variaţii a structurilor reproducătoare în cadrul ordinului Ginkgoales. De exemplu, unele specii aveau peste 100 de ovule mici ataşate prin pedunculi scurţi la capătul unei axe centrale.

Atât ginkgoalele fosile cât şi *Ginkgo biloba* au o serie de asemănări cu cordaitalele şi coniferele, dar structurile reproducătoare sunt mai apropiate de cele ale cicadalelor (Willis & McElwain 2002).

Glossopteridaceele au dominat flora emisferei sudice în timpul Permianului. Plantele din acest grup erau predominant arborescente, cu frunze căzătoare, dispuse în verticile (Fig. 12). Frunzele aveau nervaţiune reticulată, asemănătoare cu cea a multor angiosperme dicotiledonate actuale. Organele reproducătoare erau purtate de frunze puternic modificate. Cele feminine se pare că erau foarte diversificate, incluzând atât structuri uniovulate cât şi multiovulate. Organele de reproducere masculine erau alcătuite din solzi fertili, grupaţi uneori în conuri, solzi care purtau câte două grupări de saci polenici conţinând granule de polen bisacate, striate.

Cel mai comun reprezentant al glossopteridaceelor a fost *Glossopteris*. Acesta avea frunze întregi dispuse verticilat şi ovule cu integument incomplet sudat, format din sporofile în curs de concreştere (Pop et al. 1983). Cilindrul central era de tip eustelic, similar cu cel de la specii actuale de *Araucaria*.

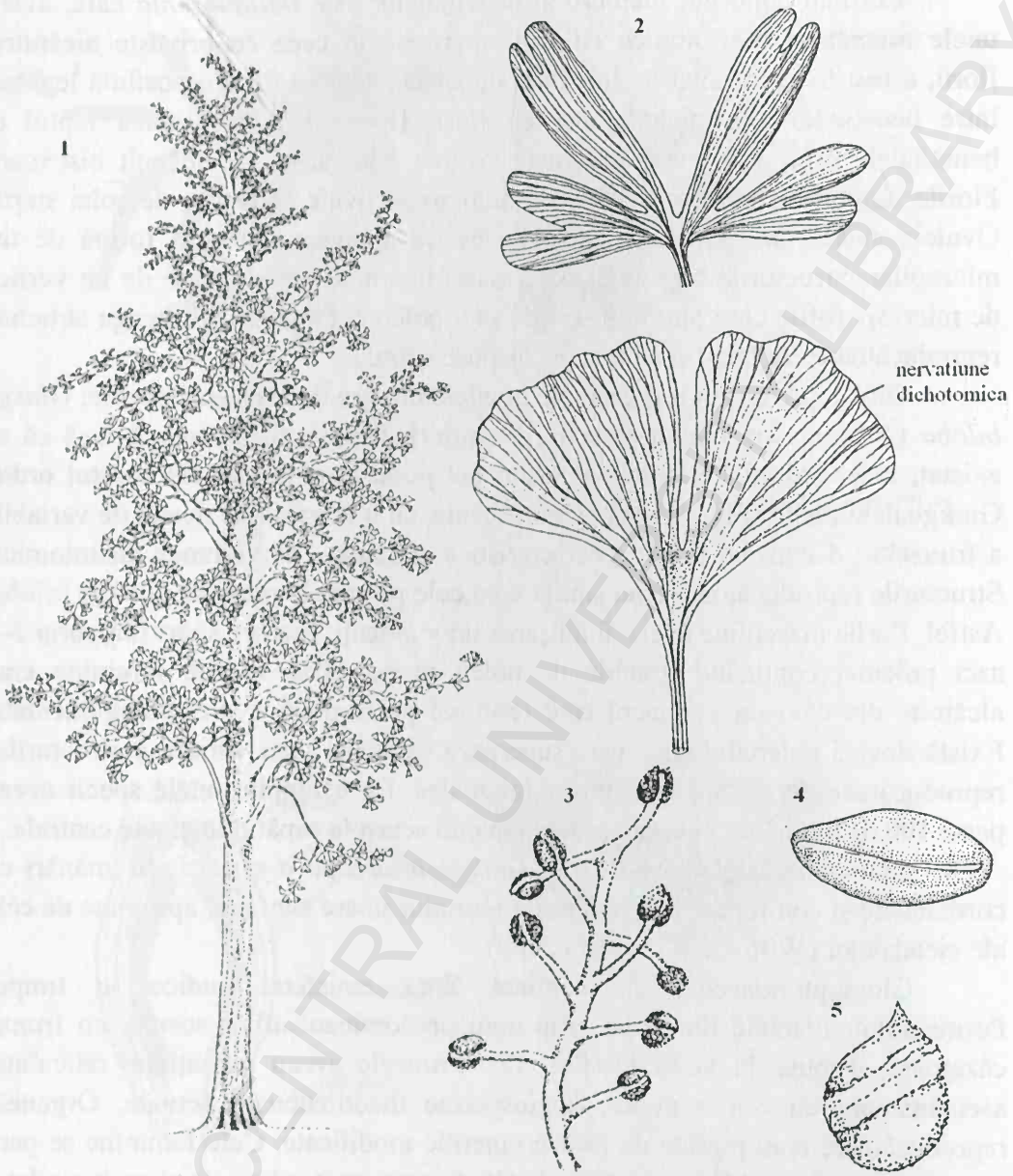


Fig. 11. *Ginkgo*: 1 - habitus de *Ginkgo biloba*, 2 - frunze fosile (sus) şi moderne (jos), 3 - structuri reproducătoare fosile, 4 - polen fosil, 5 - sămânţă fosilă (după Willis & McElwain 2002, p. 140)

BCU IAŞI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

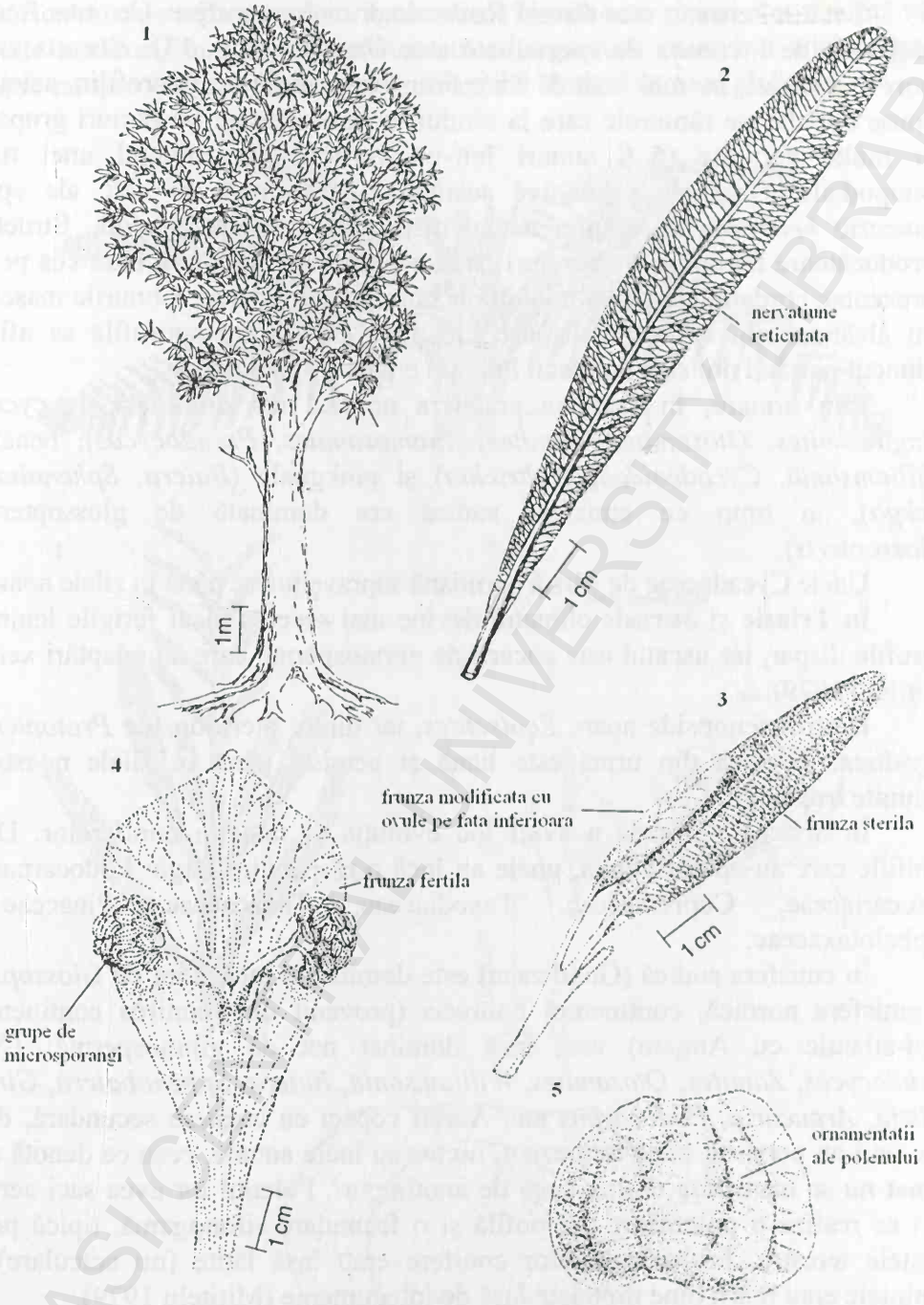


Fig. 12. *Glossopteris*: 1 - habitus, 2 - frunză, 3 - structură reproducătoare feminină, 4 - structură reproducătoare masculină, 5 - polen
(după Willis & McElwain 2002, p. 143)

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tot din Permian sunt dovezi fosile ale primelor conifere. Cea mai frecvent menționată de literatura de specialitate este *Utrechia* (Fig. 13). Aceasta era un arbore sau arbust, nu mai înalt de 5 m. Frunzele erau de tip microfilin, aciculare, dispuse spiralat pe rămurele care la rândul lor erau atașate pe ramuri grupate în mai multe verticile (5–6 ramuri într-un verticil) de-a lungul unei tulpini monopodiale. Organele vegetative seamănă foarte mult cu cele ale speciei *Araucaria heterophylla*, conifer actual răspândit în Insula Norfolk. Structurile reproducătoare feminine erau conuri cu morfologie intermediară între cea pe care o prezentau cordaitalele și cea întâlnită la coniferele moderne. Conurile masculine erau alcătuite din sporofile dispuse elicoidal; pe fiecare sporofilă se afla un peduncul purtând doi saci polenici. Polenul era de tip monosacat.

Prin urmare, în Permian emisfera nordică era dominată de cycadale (*Plagiozamites*, *Otozamites*, *Zamites*, *Anomozamites*, *Pseudocycas*), benetitale (*Williamsonia*, *Cycadeoidea*, *Weltrichia*) și ginkgoale (*Baiera*, *Sphenobaiera*, *Ginkgo*), în timp ce emisfera sudică era dominată de glossopteridale (*Glossopteris*).

Unele Cycadaceae de vârstă permiană supraveițuiesc până în zilele noastre.

În **Triasic** și **Jurasic** climatul devine mai secetos încât ferigile lemnoase higrofile dispar, iar uscatul este cucerit de gimnosperme care au adaptări xerofile (Mititelu 1979).

Dintre sfenopside apare *Equisetites*, iar dintre pteridopside *Protopteris* și *Lygodium*. Aceasta din urmă este liană și persistă până în zilele noastre în regiunile tropicale.

În această perioadă a avult loc evoluția și radiația coniferelor. Dintre familiile care au apărut atunci, unele au încă o răspândire largă: Podocarpaceae, Araucariaceae, Cupressaceae, Taxodiaceae, Taxacaceae, Pinaceae și Cephalotaxaceae.

În emisfera sudică (Gondwana) este dominantă încă flora cu *Glossopteris*. În emisfera nordică, continentul Laurasia (provenit din reunirea continentului nord-atlantic cu Angara) este încă dominat net de gimnosperme: *Cycas*, *Pseudocycas*, *Zamites*, *Otozamites*, *Williamsonia*, *Baiera*, *Sphenobaiera*, *Ginkgo*, *Voltzia*, *Araucaria*, *Podocarpus* etc. Aceşti copaci cu creştere secundară, dintre care unii au persistat până în prezent, nu aveau inele anuale, ceea ce denotă că în climat nu se manifesta o alternanță de anotimpuri. Polenul lor avea saci aeriferi, deci se realiza o polenizare anemofilă și o fecundare sifonogamă, tipică pentru plantele terestre. Frunzele acestor conifere erau însă lățite (nu aciculare), iar semințele erau mari, bine protejate însă de integumente (Mititelu 1979).

În **Cretacicul** inferior, în urmă cu circa 140 milioane de ani, au apărut primele plante cu flori. Dovezi în sprijinul acestei informații sunt oferite de fosile de flori, fructe, frunze și polen. Se pare că centrul genetic al angiospermelor (locul inițial de apariție) a fost regiunea muntoasă și cu climat subtropical al Indochinei (Mititelu 1979). Datorită mării Thetys și orogenezei alpino-himalaiene de la sfârșitul

Cretacicului, care separa complet Laurasia de Gondwana, şi mai ales datorită răcirii treptate a climei, în Cretacic se constată o migraţiune masivă a angiospermelor dinspre est spre vest, cucerind rapid şi ireversibil întregul uscat al globului.

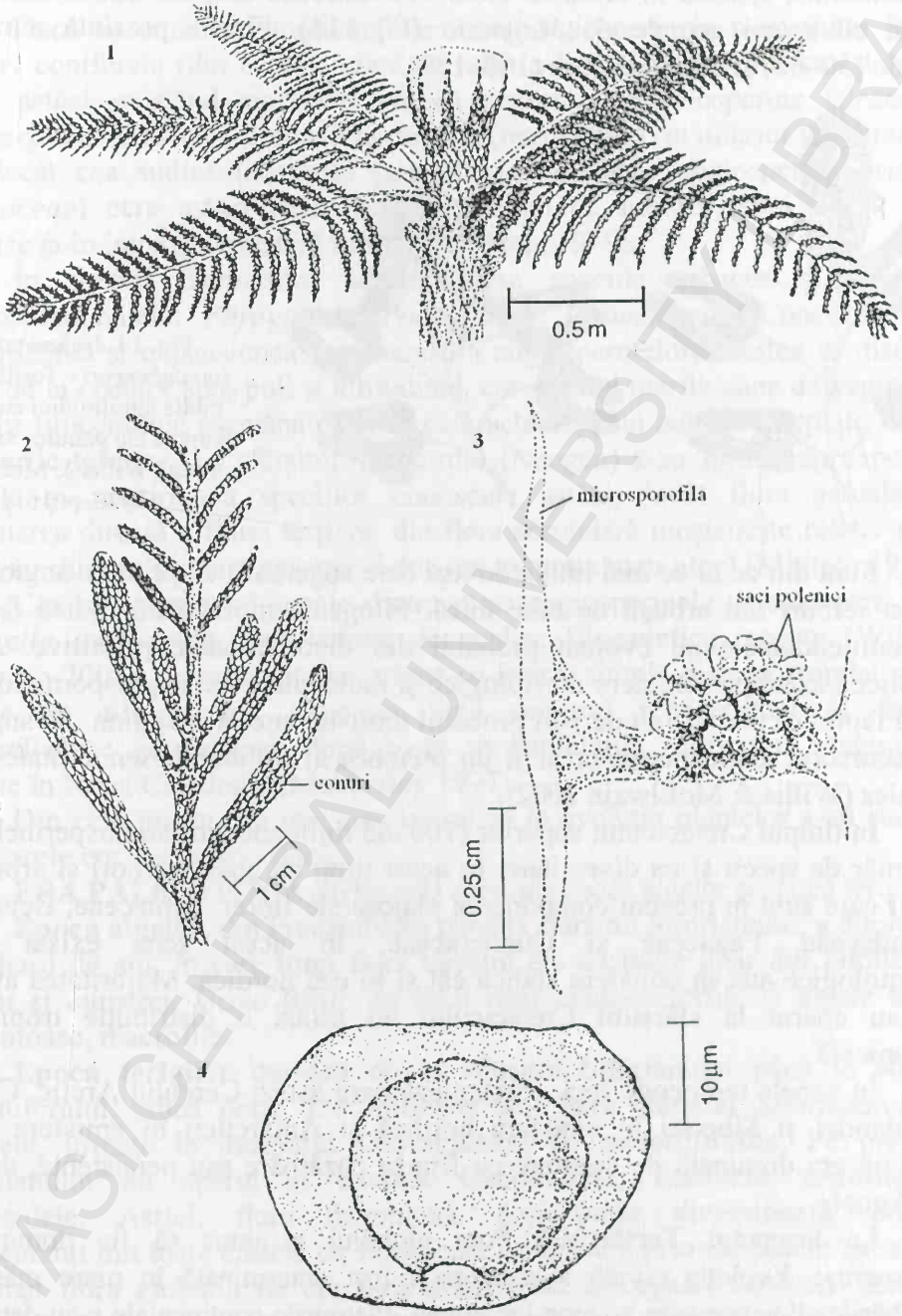


Fig. 13. *Utrechia* sp.: 1 - habitus, 2 - structură reproducătoare feminină, 3 - structură reproducătoare masculină (fragment mărit din conul masculin), 4 - polen (după Willis & McElwain 2002, p. 151)

BCU IAŞI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Dovezi paleontologice arată că printre cele mai vechi angiosperme se numără dicotiledonate din ordinele Magnoliales, Laurales, Piperales, Hamamelidales, precum şi monocotiledonate (Pandanaceae, Palmae). *Archaeanthus*, apărută în urmă cu circa 110 milioane ani, are multe caractere în comun cu specii actuale de *Magnolia* (Fig. 14). Florile prezintă numeroase stamine (50–60) şi carpele libere (100–130).

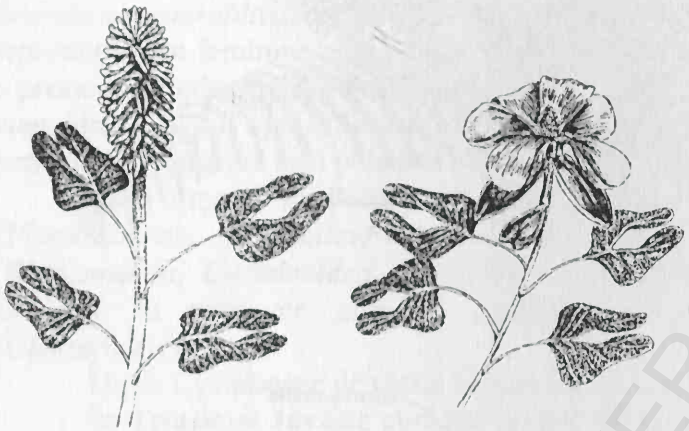


Fig. 14 *Archaeanthus linnenbergeri* – fosilă având multe similitudini cu specii extincte ale genului *Magnolia* (după Willis & McElwain 2002, p. 161)

Sunt din ce în ce mai multe dovezi care sugerează că primele angiosperme au fost ierburi sau arbuşti de talie mică. Filogenia moleculară indică faptul că monocotiledonatele au evoluat probabil din dicotiledonate primitive. Analize cladistice bazate pe caractere morfologice şi moleculare ale angiospermelor fosile indică faptul că acestea au derivat probabil dintr-un ancestor comun. Se sugerează că precursorul angiospermelor ar fi un membru al ordinului Bennettitales şi/sau Gnetales (Willis & McElwain 2002).

În timpul Cretacicului superior (100–65 milioane ani) angiospermele cresc ca număr de specii şi ca diversitate. În acest timp au apărut arbori şi arbuşti din familii care sunt în prezent componente majore ale florei: Ulmaceae, Betulaceae, Juglandaceae, Fagaceae şi Gunneraceae. În acest sens există dovezi paleontologice atât în emisfera sudică cât şi în cea nordică. Majoritatea arborilor care au apărut la sfârşitul Cretacicului au astăzi o distribuţie tropicală şi subtropicală.

În zonele temperate reci, corespunzătoare astăzi Cercului Arctic, Canadei, Groenlandei şi Siberiei în emisfera nordică şi Antarcticii în emisfera sudică, vegetaţia era dominată de conifere cu frunze căzătoare sau persistente, de ferigi şi ginkgoale.

La începutul **Terţiarului** flora globului a ajuns să fie dominată de angiosperme. Evoluţia rapidă a acestora a fost determinată în mare măsură de schimbările climatice care au avut loc atunci. Platourile continentale s-au deplasat în poziţia actuală şi s-au format munţii Himalaia, Alpi, Carpaţi, Caucaz, Stâncoşi. Climatul global, iniţial foarte cald, s-a răcit culminând cu formarea calotelor glaciare.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Nu numai clima a fost răspunzătoare de diversificarea şi modernizarea rapidă a angiospermelor în Terţiar, ci şi unele interacţiuni biotice cum ar fi coevoluţia lor cu dinozauri sau grupuri de insecte polenizatoare (Willis & McElwain 2002).

Dacă în emisfera nordică (mai rece) angiospermele n-au putut înlocui complet coniferele (din actuala zonă de taiga a Eurasiei), în emisfera sudică au reuşit, astăzi existând aici doar câteva genuri de gimnosperme (*Araucaria*, *Podocarpus*). O dovadă că emisfera nordică (boreală) a avut ulterior un climat mai rece decât cea sudică (australă) este răspândirea unor angiosperme primitive (*Proteaceae*) care astăzi trăiesc numai la sud de ecuator, deşi există fosile cretacice şi în întreaga emisferă nordică (Mititelu 1979).

În timpul Terţiarului se înmulţesc speciile erbacee şi mai ales monocotiledonatele: *Phragmites*, *Poa*, *Carex*, *Chamaerops*. Concomitent cu diversificarea şi expansiunea impetuoasă a angiospermelor, acestea se distribuie zonal, de la ecuator spre poli şi altitudinal, constituind marile zone de vegetaţie şi formaţii fitocenotice asemănătoare cu cele actuale, prin adaptări treptate la toate biotopurile terestre. La sfârşitul Terţiatului (Neogen) s-au format aproape toate genurile şi majoritatea speciilor cunoscute astăzi, încât flora actuală este continuarea directă a florei terţiare; din flora secundară moşteneşte relativ puţine specii, iar din cea primară aproape deloc (cu excepţia unor alge) (Mititelu 1979).

Cea mai primitivă specie dintre toate angiospermele actuale pare să fie *Amborella trichopoda*, fapt indicat de analize filogenetice recente (Willis & McElwain 2002). Aceasta este un arbust cu frunze simple dispuse spiralat şi flori grupate în inflorescenţe cimoase. Este singurul reprezentant al familiei Amborellaceae şi aparţine, după toate probabilităţile, ordinului Magnoliales. Trăieşte în Noua Caledonie (Mabberley 1997).

Din cele prezentate mai sus, reiese că în evoluţia plantelor s-au succedat următoarele ere, respectiv epoci:

ERA PALEOFITICĂ (primară) cuprinde epoca algelor şi epoca ferigilor.

Epoca algelor, din Precambrian până la sfârşitul Silurianului, a durat peste un miliard de ani, în care timp flora terestră era alcătuită doar din puţine alge, bacterii şi ciuperci. Urme fosile au lăsat doar cianobacteriile şi algele marine filamentoase, macrofite.

Epoca ferigilor durează de la sfârşitul Silurianului până la sfârşitul Carboniferului, adică peste 130 milioane ani. Spre sfârşitul Silurianului apar rinofitele, urmate la începutul Devonianului de zosterofilofite. Pe parcursul Devonianului au apărut şi evoluat trimerofitele, licofitele, artrofitele şi filicopsidele. Astfel, flora devoniană, deşi puţin diversificată, conţinea reprezentanţi din toate clasele de ferigi care deveniseră primele plante terestre. În Devonian flora globului nu era încă diferenţiată în regiuni floristice deosebite deoarece plantele erau mai ales lacustre şi depindeau doar de acest biotop. Ca fizionomie, predominau arbuştii şi subarbuştii de ferigi fosile, ce n-au supravieţuit decât până în Carbonifer.

Apogeul ferigilor este însă în Carbonifer când apar ferigi arborescente ca *Lepidodendron* şi *Sigillaria*, dintre Lycopodiopsida, *Spaenophyllum* şi *Calamites* dintre Equisetopsida (sfenopside), *Psaronius* dintre Filicopsida.

Spre sfârşitul Carboniferului apar şi primele gimnosperme (*Pteridospermales* precum: *Medullosa*, *Glossopteris* şi *Neuropteris* sau *Cordaitales* precum *Cordaites*).

ERA MEZOFITICĂ (secundară)

Epoca gimnospermelor începe practic de la sfârşitul Carboniferului şi ţine până la începutul Cretacicului, durând peste 100 milioane ani. Grupele caracteristice acestei perioade sunt: Cycadales, Ginkgoales, Bennettitales şi Glossopteridales. La sfârşitul Permianului ferigile (licopsidele şi sfenopsidele) au intrat în declin.

ERA NEOFITICĂ (terţiară) este cea în care apar şi evoluează angiospermele.

Epoca angiospermelor începe din Cretacicul superior şi se continuă şi astăzi, deci are o durată mai scurtă de 100 milioane de ani. Printre cele mai vechi angiosperme s-au numărat atât dicotiledonate, cât şi monocotiledonate. Apogeul a fost atins spre sfârşitul Terţiarului când au apărut majoritatea genurilor şi speciilor actuale.

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

V. DE LA ALGE LA ANGIOSPERME

V.1. Evoluţia aparatului vegetativ

În procesul evoluției plantelor de-a lungul erelor geologice se constată diversificarea tipurilor de celule şi gruparea acestora în cenobii şi colonii, atingând apoi stadiul unui corp vegetativ pluricelular, filamentos, lamelar şi masiv, în interiorul căruia s-au format țesuturile (Pop et al. 1983).

A. **TALUL** este corpul vegetativ al algelor şi plantelor inferioare. Are structură morfo-anatomică simplă şi nu este diferențiat în rădăcină, tulpină, frunze.

I. **ARHETALUL** se caracterizează prin simplitate, celulele fiind asemănătoare, nediferențiate. Toate celulele sunt capabile să se dividă prin sciziparitate, să formeze sporocişti, gametocişti etc.

Se disting două tipuri de arhetal: disociat (celulele disociază după diviziune) şi tipic (celulele rămân grupate).

I.1. **Arhetaluri disociate**:

- **Monadal** – este alcătuit dintr-o singură celulă mobilă (la *Dinophyta*, *Chrysophyta*, unele *Chlorophyta*), echipată de obicei cu stigmă şi vacuolă contractilă. Acesta poate fi:
  - gimnomonadal (*Euglena*, criptofitele mobile), când celula este nudă, lipsită de un înveliş celular care să acopere membrana celulară;
  - chlamidomonadal (*Phacus*, clorofite inferioare), când membrana celulară este acoperită de un înveliş celular diferit ca natură de la un grup taxonomic la altul;
- **Rhizopodial** (amiboidal) – este rezultat din cel monadal, prin pierderea flagelului. Organismele cu astfel de tal emit rizopode (prelungiri subțiri, filiforme) sau pseudopode (*Chrysophyta* inferioare).
- **Cocal** (sferic) – este alcătuit dintr-o singură celulă (unicelular) imobilă (exemple, diatomeele, *Chlorella* sp., *Cosmarium* sp. etc.). Organismele cu astfel de tal şi-au pierdut capacitatea de a se înmulți vegetativ, ele transformându-se în întregime în gametocist sau sporocist.

I.2. **Arhetaluri tipice**:

- **Tal palmeloid** (capsal, tetrasporal) – rezultă prin gruparea într-o masă gelatinoasă a unor celule după ce au suferit procesul de

diviziune. Acesta are la origine talul monadal. Unele caracteristici ale acestui tal mai persistă. Flagelii sunt rigizi, reduşi sau absenţi. Mobilitatea activă este restrânsă doar la celulele generative. Peretele celular este subţire sau lipseşte. Se disting taluri palmeloide temporare (*Chlamydomonas* sp.) şi taluri palmeloide permanente (*Hydrurus* sp.);

- **Tal cenobial** – reprezintă aglomerări de celule lipsite de organite de mişcare, înglobate într-o masă gelatinoasă care poate fi omogenă sau stratificată. Între celule nu există diferenţe. Acestea pot părăsi cenobiul şi pot duce o viaţă independentă (exemplu, *Hydrodyction reticulatum*);
- **Agregatul celular** – este un tal cu forme foarte diferite, dar întotdeauna alcătuit dintr-un număr determinat de celule imobile (exemple, *Scenedesmus* sp., *Pediastrum* sp. etc.). Fiecare celulă are capacitatea de a forma celule generatoare, iniţial libere dar care ulterior agregă într-o formă caracteristică. Filogenetic derivă din talul cocal;
- **Colonia mobilă** – poate fi plană (*Gonium*), sferică (*Pandorina*) sau de tip *Volvox* (cea mai mare – ∅ = 0,5 mm, 20000 indivizi), cu celule diferenţiate, cele din exterior adaptate la mişcare, cele din interior adaptate pentru înmulţire. Colonia mobilă derivă din talul monadal;
- **Tal trichal** (filamentos) – cu filamente simple, neramificate, alcătuite din celule monoenergide (*Ulothrix* sp.). Creşterea acestora poate fi intercalară sau apicală. Talul filamentos este rezultat al diviziunilor care au loc într-un singur plan, şi anume transversal.

II. **PROTOTALUL** – este talul care prezintă o porţiune plagiotropă, care se fixează de substrat, şi o porţiune ortotropă, specializată pentru fotosinteză.

II.1. **Talul heterotrich** – partea ortotropă are un rând de celule mai mari, axiale, în care se găsesc cloroplaste sărace în pigmenţi. Pirenoizii sunt slab dezvoltaţi. Ramurile laterale au celule mai mici, cu cloroplaste inelare, foarte bogate în pigmenţi asimilatori. La unele organisme este mai dezvoltat sistemul ortotrop (*Draparnaldia* sp.), la altele cel plagiotrop (*Pleurococcus* sp.). Talul heterotrich este rezultatul diviziunilor transversale şi longitudinale ale celulelor. Uneori baza unor astfel de filamente este transformată într-o structură de fixare (crampon).

II.2. **Talul lamelar** poate fi monostromatic, când este alcătuit dintr-un singur strat de celule (*Porphyra* sp., *Monostroma* sp.), sau bistromatic, când este alcătuit din două straturi de celule (*Ulva* sp.).

II.3. **Talul tubular** are aspectul unui tub, fiind lipsit de conţinut în interior (*Enteromorpha* sp., *Bangia fusco-purpurea* etc.).

II.4. **Talul sifonal** este unicelular, dar foarte mult diferențiat, uneori de dimensiuni gigantice. Nu prezintă pereți despărțitori, celula fiind polienergidă. Acest tip de tal mai este numit și cenocitic (*Vaucheria* sp., Siphonales).

II.5. **Talul sifonocladal** este constituit din mai multe celule fiecare, având structură cenocitică (*Cladophora* sp.).

III. **TALUL CLADOMIAL** este alcătuit dintr-o axă verticală și ramuri orizontale numite pleuridii (Floridophyceae, Charophyceae). Uneori există o diferențiere morfologică în organe asemănătoare celor de la cormofite, dar structurile respective nu prezintă și o diferențiere anatomică. Astfel, atunci când există, ele sunt denumite filoid, cauloid și rizoid (exemplu, *Laminaria*, *Nereocystis* etc.). Pentru a forma un astfel de tal, celulele se divid după toate cele trei planuri.

IV. **TALUL CORMOID** – este diferențiat în rizoizi, tulpiniță și frunzișoare (mușchi vegetali). Acestea sunt similare organelor vegetative de la plantele cu corm, dar aparțin generației gametofitice și nu dețin țesuturi adevărate. La capitolul privitor la briofite acest tal va fi prezentat detaliat.

B. **CORMUL** – este corpul vegetativ al plantelor superioare, diferențiat în rădăcină, tulpină și frunze. El aparține generației sporofitice, fiind diploid, și este caracterizat de prezența țesuturilor veritabile. În capitolele privitoare la plantele superioare vor fi prezentate particularitățile cormului pentru diferitele grupe sistematice. Precizăm că, în cadrul cursurilor de *Morfologia și anatomia plantelor* și *Biologie vegetală*, cormul este prezentat detaliat.

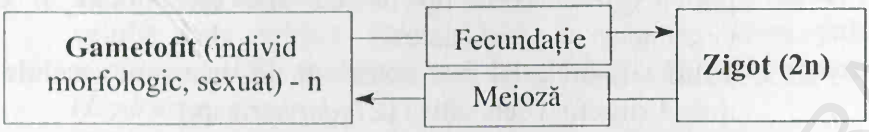
V.2. Evoluția aparatului reproducător

Odată cu diferențierea celulelor a apărut și sexualitatea, determinând apariția în ciclul de dezvoltare al plantelor a unui proces meiotic. Se constată în ciclul de dezvoltare al unor talofite o instabilitate relativă a meiozei și lipsa indivizilor specializați pentru formarea organelor și elementelor de reproducere. Legarea meiozei de un anumit moment în ciclul de dezvoltare al plantelor a determinat apariția alternanței a două generații independente – sporofitul și gametofitul – care pot fi izomorfe sau heteromorfe.

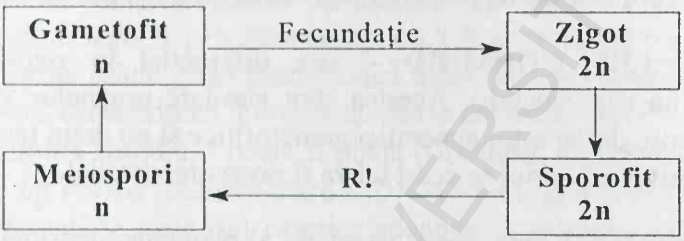
Principalele tipuri de cicluri de dezvoltare întâlnite la organismele vegetale (inclusiv Protoctista):

Monogenetic haplofazic – reprezentat printr-o singură generație morfologică și o singură fază nucleară. Individul morfologic este sexuat, pe el diferențiindu-se gameții. În urma fecundației aceștia vor forma zigotul diploid. La nivelul zigotului are loc meioza în urma căreia se formează meiospori ce vor da

naştere gametofitului. Speciile cu ciclu de acest tip se numesc **haplonte**. Exemplu, reprezentanţii încrengăturii Xanthophyta.



Digenetic diplo-haplofazic – este reprezentat de două generaţii alternante (gametofitul şi sporofitul) şi două faze. Din zigot rezultă, prin mitoze succesive, un individ diploid – sporofitul. Acesta va genera meiospori care vor da naştere unui individ haploid – gametofitul. Pe gametofit se diferenţiază, în organe specializate, gameţii. Prin contopirea gameţilor se formează zigotul diploid.



Speciile cu acest ciclu de dezvoltare se mai numesc şi diplo-haplonte. Acest ciclu are extinderea cea mai mare în cadrul plantelor, începând cu algele şi sfârşind cu angiospermele. Ciclul digenetic este astfel extrem de diversificat. Sub aspectul morfologiei generaţiilor poate fi izomorf (când cele două generaţii sunt identice din punct de vedere morfologic), sau heteromorf (când cele două generaţii sunt deosebite din punct de vedere morfologic). În ultima alternativă poate fi dominantă una dintre generaţii. În raport cu dominanţa uneia sau alteia dintre cele două generaţii, o specie poate fi dibiontă (atunci când zigotul şi meiosporii germinează în mediul de viaţă) sau monobiontă (când zigotul continuă să se dezvolte pe gametofit, ca la muşchi şi rodofite, sau când macromeiosporul se dezvoltă „in situ", ca la spermatofite).

Monogenetic diplofazic – prezintă o singură generaţie – sporofitul, şi o singură fază – diplofaza. Gameţii se formează pe talul diploid, sunt meiogameţi şi sunt omologi meiosporilor de la formele digenetice. Speciile cu acest ciclu de dezvoltare se mai numesc şi diplonte. Este întâlnit la feofite (*Fucus* sp.) şi este considerat ca fiind derivat. Exemplu, reprezentanţii încregăturii Bacillariophyta

Trigenetic haplo-diplofazic – se remarcă prin existenţa a trei generaţii, una gametofitică şi două sporofitice, şi două faze. Acest ciclu este caracteristic algelor roşii. Cei doi sporofiţi sunt: carposporofitul şi tetrasporofitul. A treia generaţie este reprezentată de gametofit.

Aparatul reproducător cunoaşte o evoluţie progresivă, de la alge la angiosperme. Toate aspectele privitoare la acesta sunt prezentate în cadrul cursurilor de *Biologie Vegetală* şi *Biologia dezvoltării plantelor.*

VI. PRINCIPALELE GRUPE TAXONOMICE FOTOSINTETIZANTE

În prezent lumea vie este estimată la aproximativ 3–4 milioane organisme, dintre acestea au fost însă identificate şi clasificate doar 1,5 milioane specii. Fotoautotrofe sunt aproximativ 370.000 specii. Acestea aparţin următoarelor grupe: cianobacterii – 12.000 specii, alge – 30.000 specii, licheni – 20.000 specii, briofite – 35.000 specii, pteridofite – 10.000 specii, gimnosperme – 640 specii, angiosperme – 290.000 specii.

VI.1. Supraregn Prokarya

Cuprinde organisme unicelulare, adesea solitare, lipsite de mitocondrii, plastide şi de o structură echivalentă învelişului nuclear. Astfel, materialul genetic al procariotelor este dispus liber în zona centrală a celulei, în contact direct şi permanent cu citoplasma (Toma & Anghel 1985). El este reprezentat de un cromozom mic, circular, conţinând câteva mii de gene (Nabors 2004). ADN-ul este dublu catenar, elical, necomplexat cu histone. Procariotele prezintă, de asemenea, unităţi genetice extracromozomiale numite *plasmide*, fiecare putând cuprinde aproximativ 10 gene. Acestea pot exista în număr mare de copii şi pot fi transferate la indivizii aceleiaşi specii, dar şi la indivizi aparţinând unor specii şi genuri diferite. Multiplicarea celulelor procariote se realizează, de regulă, prin sciziparitate (fisiune binară). Celulele sunt totdeauna haploide. Plasmalema are o organizare riguroasă şi este selectivă, fiind permeabilă numai pentru molecule foarte mici. Hialoplasma este lipsită de curenţi plasmatici şi înglobează un număr mare de ribozomi specifici de 70S. Cele mai multe procariote au un perete celular cu compoziţie chimică specifică, alcătuit din lipopolizaharide, lipoproteine, peptidoglicani (mureina), acid diaminopimelic şi acizi teicoici (Toma & Anghel 1985). Pe baza structurii acestui perete, eubacteriile se clasifică în gram-pozitive şi gram-negative. Primele au peretele celular format dintr-un strat gros de peptidoglican. Celelalte eubacterii, inclusiv cianobacteriile, au peretele celular format dintr-un strat subţire de peptidoglican peste care se suprapune un strat lipoproteinic în care sunt prezente şi lipopolizaharide (Mauseth 2003).

Multe dintre procariote secretă în jurul lor un material, obişnuit de consitenţă mucilaginoasă, care formează „capsula" sau glicocalixul.

Procariotele sunt grupate într-un singur regn – Monera (Bacteria).

VI.1.1. Regn Monera (Bacteria)

Cuprinde două subregnuri: Archaebacteria şi Eubacteria (Mauseth 2003). Archaebacteria grupează bacterii cu un metabolism diferit de cel al altor bacterii. Acestea sunt extrem halofile, extrem termofile sau metanogene. În subregnul Eubacteria sunt cuprinse bacteriile gram-pozitive şi gram-negative, dar şi încrengăturile Cyanobacteria şi Oxychlorobacteria.

VI.1.1.1. Încrengătura Cyanobacteria (Cyanophyta)

Caractere generale

Cianobacteriile sau cianofitele reprezintă cel mai mare grup de organisme procariote capabile de fotosinteză însoţită de eliberare de oxigen (fotosinteză oxigenică). Acestea mai sunt cunoscute şi ca **bacterii albastre-verzui** sau **alge albastre-verzui**. Ele au colonizat Pământul cu aproximativ 3 miliarde de ani în urmă şi au generat oxigenul atmosferic. În concordanţă cu teoria endosimbiotică, susţinută în prezent de numeroase dovezi, cloroplastele celulelor eucariote sunt de origine cianobacterială. Totuşi, structura celulară a acestor organisme şi proprietăţile lor funcţionale sunt mult mai apropiate de bacterii decât de algele eucariote, ceea ce explică desemnarea lor ca cianobacterii. Prin urmare, corect este termenul de Cyanobacteria, deşi în concordanţă cu recomandările Codul Internaţional de Nomenclatură (McNeil et al. 2006) ar trebui utilizat cel de Cyanophyta. Termenul de cianobacterii a fost propus în 1971 de Stanier şi colaboratorii săi (Lazăr et al. 2004).

Graham & Wilcox (2000) includ cianobacteriile alături de proclorofite în Chloroxybacteria. După Ehrendorfer (1998) cianobateriile şi proclorofitele sunt încadrate în încrengături distincte aparţinând tipului de organizare Bacteria (împreună cu bacteriile gram-pozitive şi gram-negative).

Cea mai simplă formă de organizare pe care o prezintă cianobacteriile este **talul unicelular**. La speciile cu mucilagiu redus sau lax, talul unicelular este relevant, deoarece celulele se detaşează unele de altele după diviziune. Uneori, celulele rezultate în urma diviziunii pot forma **filamente false** (pseudoramificate). La unele forme, celulele rămân într-o teacă gelatinoasă comună formând **taluri coloniale** de diferite forme (neregulate, globulare, paralelipipedice, tabulare etc.), în funcţie de planurile de diviziune. În urma diviziunilor binare în acelaşi plan rezultă **trichomi**. Un trichom poate fi definit ca un şir uniserial de celule delimitate de pereţi celulari transversali. Trichomii, împreună cu tecile gelatinoase

din jurul lor, formează **filamente**. Cel mai complex tip de tal întâlnit la cianobacterii este talul **filamentos ramificat**. În funcție de numărul de trichomi, atât filamentele simple cât şi cele ramificate pot fi uniseriale (cu un singur şir de celule) sau multiseriale (cu mai multe şiruri de celule). Unele cianobacterii prezintă false ramificații, datorită străpungerii tecii gelatinoase de către capătul terminal al unui filament rupt, şi nu de schimbarea planurilor de diviziune, aşa cum se întâmplă în ramificațiile adevărate (exemplu, *Scytonema*). Una dintre cele mai mari cianobacterii este *Oscillatoria princeps* care atinge 60 μm.

În microscopie optică celulele vegetative cianobacteriale apar relativ omogene. La exterior sunt înconjurate de un **perete celular** asemănător din punct de vedere chimic cu cel al bacteriilor gram-negative, dar cu o organizare specifică, distinctă de cea întâlnită la bacteriile gram-pozitive şi gram-negative. Celulele cianobacteriilor sunt frecvent învelite de o **teacă gelatinoasă** sau **capsulă** care în funcție de pigmenții prezenți pot avea culori diferite (galben, brun, roşietic etc.). **Plasmalema** este de natură lipoproteică şi poate prezenta invaginații care ulterior se închid formând vezicule. În **citoplasmă** se află un sistem de membrane duble (lamele) omoloage cu **tilacoizii** eucariotelor. Acestea sunt cele mai extinse structuri membranare în celula cianobacterială şi reprezintă sediul proceselor fotosintetice. Prezintă un lumen şi pe suprafața lor externă sunt ataşați **ficobilisomi**. Tilacoizii au localizare periferică, după un model concentric, dar în multe cazuri membranele fotosintetice pot fi aranjate radiar (*Oscillatoria rubescens*) sau neregulat. Din punct de vedere biochimic, tilacoidele conțin clorofilă a, ficobiliproteine, pigmenți carotenoizi, digliceride, steroli etc. Pigmenții majori cu rol în captarea luminii sunt ficobiliproteinele: ficocianina, alloficocianina şi ficoeritrina (Graham & Wilcox 2000). Ficobiliproteinele sunt organizate în ficobilisomi de formă elipsoidală sau hemisferică. Ficoeritrina poate lipsi din structura ficobilisomilor, în timp ce ficocianina şi alloficocianina sunt indispensabile în formarea acestor structuri. Culoarea talului cianobacteriilor este dată de prezența ficocianinelor care sunt dominante în raport cu clorofila a şi ficoeritrina. În funcție de calitatea luminii, cianobacteriile îşi pot ajusta sinteza de pigmenți. Astfel, expunerea la lumină roşie determină creşterea sintezei de ficocianină, în timp ce expunerea la lumină verde determină intensificarea sintezei de ficoeritrină. Acest proces este cunoscut ca adaptare cromatică complementară (Dragoş et al. 1997; Graham & Wilcox 2000). Carotenoizii găsiți în cianobacterii includ o varietate de xantofile şi β-caroten. Aceştia cresc capacitatea cianobacteriilor de a absorbi lumina cu lungimi de undă care nu poate fi absorbită de clorofila a (Graham & Wilcox 2000). **Materialul genetic** este dispus liber în zona centrală a celulei, fără a fi înconjurat de o structură echivalentă învelişului nuclear. Genomul este astfel în contact direct şi permanent cu citoplasma. Informația genetică esențială este concentrată într-o **singură macromoleculă de ADN**, dublu catenară, elicală, circulară, necomplexată cu histone. Această macromoleculă formează o masă fibrilară cunoscută sub numele de **nucleoid**. S-a

constatat o similitudine a compoziției nucleotidice a ADN de la unii reprezentanți ai cianobacteriilor (Osciallatoriaceae) cu ADN din cloroplastele algelor verzi. Acesta constituie un argument în favoarea originii cloroplastelor în algele procariote. **Ribozomii** se prezintă sub forma unor particule granulare, de 120–150 Å, în strâns contact cu fibrilele de ADN sau formând o zonă în jurul tilacoidelor. Au constanta de sedimentare de 70S, ca și la bacterii, și sunt identici cu cei din cloroplaste, ceea ce reprezintă încă o dovadă în sprijinul teoriei endosimbiotice a cloroplastelor. Moleculele de rRNA sunt diferite față de cele de la eucariote, având constanta de sedimentare 16S. În citoplasma celulelor cianobacteriene se află și unele **incluziuni** precum: corpusculi poliedrali (conțin enzima D-ribulozo-1,5-difosfat-carboxilaza care are un rol important în procesul de fotosinteză), granule de poliglucozid cu rol de material de rezervă, granule de cianoficină (conțin polipeptide cu greutate moleculară mare și au rol de rezervă de N pentru construcția de noi componente celulare), corpusculi polifosfatici, vacuole gazoase, carboxizomi etc.

La unele cianobacterii care formează colonii filamentoase (*Nostoc* sp.), pe lângă celulele vegetative, fotosintetizante, în structura talului apar și unele celule cu pereți îngroșați și cu conținut bogat în nitrogenaze, enzime vitale pentru fixarea azotului. Aceste celule sunt numite **heterocişti.** În microscopie optică ei apar ceva mai mari decât celulele vegetative obișnuite, au culoare galben-verzuie, un conținut celular aparent omogen și un perete celular gros, hialin. Peretele celular este tristratificat: un strat extern fibros, un strat median omogen, un strat intern cu structură laminară. La zona de contact cu celulele vegetative vecine, învelișul extern se modifică astfel încât se formează un canal îngust („por septal") traversat de o serie de conexiuni intercelulare fine, denumite microplasmodesme, care leagă heterocistul de celulele vegetative invecinate (Lazăr et al. 2004). Heterociștii conțin doar jumătate din ficobiliproteinele unei celule vegetative și nu au fotosistemul II (PSII). Lamelele fotosintetice tipice sunt înlocuite de un sistem lamelar reticulat. ADN și ribozomii sunt prezenți, dar corpusculii polifosfatici și carboxizomii lipsesc. Heterociștii nu sunt capabili de diviziune și sunt funcționali un timp limitat. Senescența produce detașarea heterocistului și fragmentarea filamentului (Dragoș et al. 1997).

În procesul de asimilație, cianobacteriile sintetizează amidonul de cianoficee care este asemănător glicogenului.

Cianobacteriile se înmulțesc prin **diviziunea directă** a celulei, formându-se astfel două celule fiice care pot rămâne alipite pentru a forma o colonie sau se pot disocia. O altă modalitate de reproducere, specifică cianobacteriilor, este diviziunea celulară multiplă. În acest caz celula angajată în diviziune crește în volum și, ulterior, au loc diviziuni simple succesive, rapide, ce duc la apariția de celule reproductive mici, sferice, denumite **beocite** (**endospori**), eliberate prin ruperea celulei parentale (Graham & Wilcox 2000; Lazăr et al. 2004). În cazul cianobacteriilor care formează colonii filamentoase un alt mod de înmulțire se

realizează prin **hormogoane** – fragmente de tal care pot regenera filamente algale noi. Ruperea filamentelor algale (a hormogoanelor) se realizează la nivelul unor celule care îşi pierd conţinutul celular, devenind asemănătoare unor discuri clare, hialine. Aceste celule se numesc **necridii**, iar moartea lor este probabill programată genetic, proces cunoscut sub numele de apoptoză (Graham & Wilcox 2000).

În condiţii nefavorabile de mediu coloniile filamentoase prezintă abilitatea de a forma spori de rezistenţă (**achineţi**). Aceste celule specializate sunt cunoscute doar la unele specii filamentoase, în special la cele care formează heterocişti. Achineţii sunt mult mai rezistenţi decât celulele vegetative la variaţiile de temperatură, uscăciune, sau la acţiunea unor substanţe toxice. Factori fizico-chimici, nutriţionali (limitarea P sau C, reducerea luminii etc.) induc sau stimulează diferenţierea achineţilor. Sporii rezultă de obicei din lărgirea unei celule. Achineţii maturi sunt mult mai mari decât celulele vegetative şi au pereţii celulari mai groşi. Îngroşarea pereţilor este realizată prin depunerea unui strat dens de polizaharide fibrilare, similar cu stratul polizaharidic al heterochiştilor. Peretele celular al achineţilor poate fi brun, galben, şi/sau sculpturat. În plus, la creşterea mărimii celulei, dezvoltarea achinetului implică dispariţia veziculelor gazoase, reducerea conţinutului de pigmenţi (ficobiline şi clorofilă a) şi a membranelor fotosintetice, acumularea de cianoficină şi granule de glicogen. Achineţii maturi conţin de asemenea, carboxizomi şi o cantitate mare de ADN comparativ cu celulele vegetative. Pierderea veziculelor gazoase şi acumularea de produşi de rezervă determină o creştere a densităţii celulare, ceea ce duce la pierderea flotabilităţii. Achineţii sedimentează pe timpul iernii. În condiţii favorabile ei pot germina şi produce filamente. În timpul germinării, peretele celular se rupe pentru a permite eliberarea germenilor înainte şi după septare (Dragoş et al. 1997).

Clasificare, reprezentanţi

Cianobacteriile sunt grupate într-o singură clasă – **Cyanophyceae** – cu mai multe ordine:

Ordinul **Chroococcales** cuprinde cianobacterii unicelulare solitare sau grupate în colonii. Celulele talului sunt, în general de formă sferică (gr. *coccos* = sferic) şi au peretele celular puternic gelificat. Se înmulţesc prin diviziune directă. Nu prezintă heterocişti.

Dintre genurile mai cunoscute menţionăm:

Chroococcus (Fig. 15 A) – formează colonii de 2–4 celule, rar mai multe; este reprezentat prin specii acvatice sau adaptate la viaţa aeriană, dezvoltându-se pe substrat saxicol umed. Celulele de *Chroococcus giganteus* ating dimensiuni neobişnuite pentru o cianobacterie: 50–60 μm diametru (Graham & Wilcox 2000).

Gloeocapsa – formează colonii de 2-4-8 celule, dar, spre deosebire de specia precedentă, pe lângă teaca gelatinoasă din jurul fiecărui individ, se

păstrează şi teaca gelatinoasă produsă de celula mamă. Trăiesc în ape dulci, sol umed sau alte suprafeţe terestre umede.

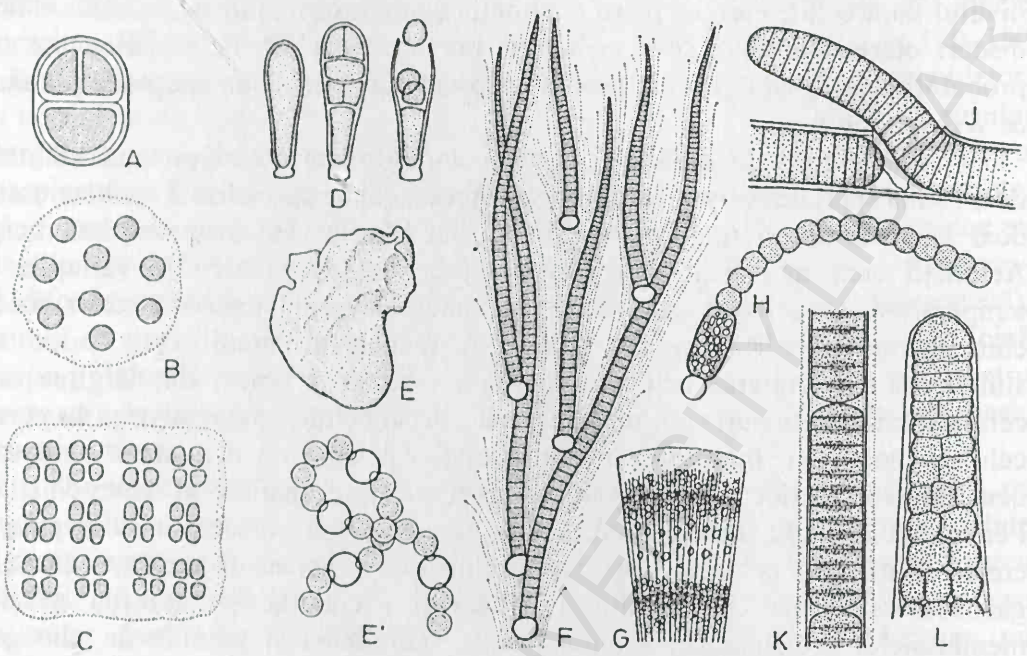


Fig. 15. Cyanobacteria – reprezentanţi: A. *Chroococcus turgidus*, B. *Aphanocapsa pulchra*, C. *Merismopedia punctata*, D. *Dermocarpa clavata*, E. Şi E' *Nostoc commune*, F. *Rivularia polyotis*, G. *Rivularia haematites*, H. *Cylindrospermum stagnale*, J. *Plectonema wollei*, K. *Lyngbya aestuarii*, L. *Stigonema mamillosum*, M. *Oscillatoria princeps*
(după Strasburger et al. 1978, p. 550)

Microcystis – alcătuieşte colonii de forme nedefinite, alcătuite din numeroase celule (adesea peste 50), sferice, distanţate între ele. Celulele de *Microcystis* conţin numeroase vezicule gazoase, ceea ce le dă un aspect negru. Speciile acestui gen sunt flotante, planctonice şi adesea produc „înfloriri" ale apelor. Cele mai cunoscute pentru producerea acestui fenomen sunt *Microcystis aeruginosa* şi *Microcystis flos-aquae*. În ape reziduale nu cresc din cauza bacterioflorei prezente în astfel de medii. Produc toxine cunoscute sub numele de microcistine care sunt hepatotoxice.

Merismopedia (Fig. 15 C) – prezintă colonii în formă de plăcuţe, cu un număr definit de celule, dispuse într-un singur plan. Trăieşte în ape stagnante.

Ordinul **Chamaesiphonales** este reprezentat de cianobacterii unicelulare, solitare sau coloniale, fixate pe substrat solid. Sunt răspândite în ape dulci sau marine. Se înmulţesc prin endo- şi exospori. Genurile cele mai cunoscute sunt:

Chamaesiphon – unicelulară fixată prin partea sa bazală de plante, pietre, scoici. Celulele sunt cilindrice, heteropolare, cu capul liber mai lăţit.

Dermocarpa (Fig. 15 D) – fixată pe pietre, mai rar pe alge.

Ordinul **Pleurocapsales** grupează reprezentanți cu taluri nefilamentoase, sau filamentoase care formează adesea un pseudoparenchim. Reproducerea se realizează prin diviziune celulară multiplă, cu formare de beocite (endospori). Nu formează heterocişti.

Pleurocapsa – prezintă tal heterotrich, cu creştere printr-o celulă terminală. Unele specii reuşesc să alcătuiască structuri parenchimatice. Formează endospori.

Ordinul **Nostocales (Hormogonales)** cuprinde cianobacterii filamentoase care se înmulțesc prin hormogoane. Pot prezenta heterocişti şi achineți. Din acest ordin fac parte următoarele genuri:

Oscillatoria (familia Oscillatoriaceae) este o cianobacterie filamentoasă, cu teacă gelatinoasă subțire şi care poate efectua unele mişcări (Fig. 15 M). Trăieşte pe apă, în solul umed din ghivece.

Spirulina (familia Oscillatoriaceae) prezintă filamente în formă de spirală, care execută mişcări repezi, prin rotire. Se cunosc circa 30 specii acvatice, răspândite prin ape dulci sau salmastre. Multe trăiesc în Lacul Ciad (Africa). Prin uscare la soare, din ele se obțin turte proteice folosite de localnici în alimentație. Ca supliment nutritiv şi în tratamentele homeopatice se foloseşte *Spirulina platensis*. În apele poluate cu petrol din țara noastră a fost identificată *Spirulina gracilis* (Ştefan & Ivănescu 2002).

Phormidium (familia Oscillatoriaceae) prezintă colonii filamentoase, la care teaca gelatinoasă se dizolvă uşor. Unele specii sunt de apă dulce, altele de ape termale, iar altele se găsesc pe sol umed. Speciile de *Phormidium* produc anatoxine.

Lyngbia (familia Oscillatoriaceae) cuprinde specii acvatice, dezvoltându-se frecvent în ape termale, alcătuite din filamente izolate sau alipite între ele (Fig. 15 K). Produc aplisiatoxine care sunt dermatotoxice şi chiar potențiali promotori tumorali.

Gomontiella (familia Gomontiellaceae) formează colonii în formă de jgheab, cu marginile apropiate, celulele având formă de semilună. Acest gen a fost descoperit în nordul Dobrogei de E. Teodorescu (Pop et al. 1983).

Nostoc (familia Nostocaceae) prezintă celule sferice care alcătuiesc colonii în formă de şiraguri (Fig. 15 E, E'). Prezintă heterocişti intercalari cu rol în fixarea azotului, precum şi spori durabili (achineți). Achineții se formează aproximativ la jumătatea distanței dintre heterocişti. Se dezvoltă în ape dulci şi uneori pe soluri umede (*Nostoc commune*). Se asociază cu fungi pentru a forma licheni, dar şi cu muşchi sau chiar plante vasculare.

Anabaena (familia Nostocaceae) este asemănător cu *Nostoc*, dar teaca gelatinoasă este mai subțire, iar achineții se formează din celule adiacente heterocişților. Cele mai multe specii trăiesc în ape dulci şi marine. Speciile genului *Anabaena* sunt producătoare de toxine: anatoxine (alcaloizi neurotoxici), microcistine (heptapeptide hepatotoxice), saxitoxine (alcaloizi neurotoxici). Una dintre cele mai comune specii este *Anabaena flos-aquae*, adesea implicată în fenomenul de „înflorire" a apei.

Rivularia (familia Rivulariaceae) cuprinde specii care alcătuiesc colonii filamentoase ramificate, ascuțite spre vârf (Fig. 15 F, G). Sunt specii marine sau de apă dulce.

Gloeotrichia (familia Rivulariaceae) cuprinde specii care alcătuiesc colonii filamentoase, în care filamentele sunt de obicei heteropolare, alcătuite dintr-un heterocist bazal, un achinet adiacent heterocistului bazal şi un şir de celule vegetative care sunt din ce în ce mai mici spre capătul terminal.

Scytonema (familia Scytonemataceae) cuprinde specii cu tal filamentos, având ramificații false. Este ficobiont în câteva ordine de licheni (Graham & Wilcox 2000). Speciile genului *Scytonema* sunt răspândite pe algele sau vegetația din diferitele tipuri de lacuri, pe diferite suprafețe terestre.

Stigonema (familia Stigonemataceae) cuprinde specii cu talul filamentos având ramificații adevărate, dichotomice (Fig. 15 L). Ramificațiile apar în urma unor diviziuni celulare după un plan perpendicular pe axa filamentului principal. Speciile acestui gen sunt comune mai ales pe pietre, lemn ori sol umed.

Răspândire, ecologie

Majoritatea cianobacteriilor trăiesc în mediul acvatic. Unele intră în algoflora solului sau se pot dezvolta pe diferite substrate terestre umede.

Cele mai multe specii trăiesc liber, dar altele formează simbioze cu plantele: *Anabaena* creşte cu feriga acvatică *Azolla* şi cu rădăcinilor unor cicadacee. *Nostoc* este componentă a unor muşchi precum *Blasia* şi *Anthoceros* (Mauseth 2003).

Un număr mic de specii sunt capabile să crească complet heterotrof, în întuneric, dacă dispun de glucide şi săruri anorganice (*Nostoc commune*, *Nostoc muscorum*). Acestea metabolizează zahărul, atât ca sursă de carbon, cât şi ca sursă de energie.

Cianobacteriile prezintă o mare adaptabilitate la condițiile de mediu, find capabile să trăiască în condiții extreme de viață. Astfel, *Synechococcus lividus* trăieşte în iazuri cu apă fierbinte (70–72°C). În aceste condiții extrage Ca din apă şi-l secretă în jur formând mase largi asemănătoare unor roci – **stromatoliți**. Astfel de formațiuni sunt cunoscute doar din câteva localități (ex. Yellowstone – SUA, Australia). Cei mai vechi stromatoliți au circa 3,5 miliaerde ani. Alte cianobacterii termofile sunt: *Mastigocladus laminosus*, *Phormidium fragile*, *Lyngbia* sp.. Acestea pot supraviețui până la aproximativ 60°C.

Cianobacteriile pot supraviețui în fisurile rocilor (criptoendolitice), precum şi în partea superficială a solului din zonele aride şi semiaride ale lumii. Comunitățile de cianobacterii care trăiesc în partea superficială a solului deşertic formează aşa numita **crustă criptogamică** (Graham & Wilcox 2000; Nabors 2004). Astfel de comunități sunt alcătuite în special din reprezentanți

filamentoşi: *Microcoleus*, *Phormidium*, *Plectonema*, *Schizothrix*, *Nostoc*, *Tolypothrix*, *Scytonema*.

Şi tot reprezentanţi filamentoşi sunt prezenţi şi în medii cu temperaturi foarte scăzute: deşerturile reci ale Antarcticii, lacurile îngheţate, râurile din zonele subarctice, vârfurile muntoase foarte înalte.

Un alt grup interesant este cel al cianobacteriilor care trăiesc în ape hipersaline, cu salinitate mai ridicată decât cea a apelor marine. *Aphanothece halophytica* este una dintre cianobacteriile unicelulare capabile să trăiască în astfel de habitate.

Graţie sporilor durabili, cianobacteriile au capacitatea de a supravieţui perioade foarte lungi de timp, chiar peste o sută de ani, ca mai apoi să revină la viaţa normală.

Pigmenţii prezenţi în teaca gelatinoasă le permit supravieţuirea în habitate cu expunere intensă la radiaţiile solare.

Datorită capacităţii lor de rezistenţă în medii extrem de ostile, cianobacteriile sunt considerate ca posibile modele pentru viaţă în alte părţi ale sistemului nostru solar (Graham & Wilcox 2000).

Foarte multe cianobacterii în condiţii optime produc fenomenul de „înflorire" a apelor (*Microcystis aeruginosa*, *M. flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae*, *Oscillatoria rubescens* etc.). Aceste înfloriri sunt urmate de moartea celulelor şi descompunerea lor. Descompunerea presupune consum de oxigen. Astfel, apa devine aproape anaerobă şi inadecvată vieţii pentru alte organisme acvatice aerobe (peşti) (Mauseth 2003).

Importanţă

Cianobacteriile sunt, în primul rând, producători primari ce stau la baza lanţurilor trofice. Apoi, prin prezenţa heterociştilor, cianobacteriile sunt cele care contribuie la îmbogăţirea solului în azot permiţând astfel dezvoltarea optimă a plantelor (Nabors 2004).

Unele cianobacterii sunt indicatori biologici, indicând gradul de saprobitate.

În natură au rol în formarea unor roci de natură biogenă (ex. *Rivularia* participă la formarea unor roci calcaroase) şi pot acţiona ca specii pionier creând la nivelul solului condiţiile necesare pentru dezvoltarea altor organisme, în mod special a plantelor.

Conţinutul ridicat în proteine, zaharide, vitamine, săruri minerale fac din cianobacterii o sursă importantă în alimentaţie. Astfel, specii ale genurilor *Aphanothece*, *Nostoc*, *Brachytrichia*, *Spirulina* servesc drept hrană în Japonia şi China. *Spirulina* este, de asemenea, folosită ca hrană în Africa şi Mexic. Aztecii se pare că o uscau şi o foloseau într-o gamă largă de mâncăruri (Nabors 2004). *Spirulina* se comercializează şi la noi în ţară ca supliment nutritiv.

Un număr însemnat de cianobacterii produc compuşi biologic activi, foarte mulţi dintre aceştia dovedindu-se toxici pentru numeroase organisme, inclusiv pentru om (microcistine, anatoxine, saxitoxine, cilindrospermopsine, aplisiatoxine, nodularine etc.).

Ca şi o curiozitate, menţionăm că Marea Roşie îşi datorează culoarea cianobacteriei *Oscillatoria erythraea*.

VI.1.1.2. Înncrengătura Oxychlorobacteria (Prochlorophyta)

Caractere generale

Proclorofitele sau oxiclorobacteriile includ mai multe specii procariote capabile de fotosinteză oxigenică. Acest grup este destul de asemănător cianobacteriilor de care se deosebesc prin setul de pigmenţi fotosintetici motiv pentru care, în unele sisteme de clasificare, chiar sunt incluse în Cyanobacteria (Graham & Wilcox 2000; Mauseth 2003). Proclorofitele conţin atât **clorofilă a** cât şi **clorofilă b**, dar sunt lipsite de ficobiliproteine. Prezenţa celor doi pigmenţi clorofilieni le apropie de plastidele verzi pe care le conţin plantele. Până la descoperirea primei specii din acest grup (*Prochloron didemni*) de către R. A. Lewin, în 1975, cianobacteriile erau singurele cunoscute ca având fotosinteză oxigenică (Dragoş et al. 1997).

Speciile cunoscute sunt fie unicelulare, fie filamentoase, cu trichomi asemănători celor de *Oscillatoria*. Peretele celular conţinând peptidoglucani este asemănător cu cel al cianobacteriilor. Tilacoizii, localizaţi spre periferia celulei au o traiectorie ± paralelă la plasmalemă şi sunt asociaţi în perechi. Conţin clorofilă a şi b şi pigmenţi carotenoizi (β-caroten, zeaxanthin, cryptoxanthin). Acest set este similar cu cel al cianobacteriilor, dar diferă de cel al plastidelor verzi. Este important de menţionat prezenţa unor forme de clorofile a şi b (a_2 şi b_2), precum şi a clorofilei c la *Prochloron marinus*. Genomul proclorofitelor este situat, prin mărimea sa, la nivelul superior prezentat de organismele procariote unicelulare (3,59 x 10^9 daltoni) la *Prochloron*. În citoplasma de la *Prochlorothrix hollandica* au fost găsiţi ribozomi 70S, carboxizomi şi vacuole gazoase. Nu au putut fi identificate granule de cianoficină şi poli-beta-hidroxibutirat (Dragoş et al. 1997).

Fig. 16. *Prochloron* sp. (după Mauseth 2003, p. 577)

Reprezentanţi

Prochloron didemni este oxiclorobacterie unicelulară, asemănătoare unui cloroplast (Fig. 16). Este simbiont obligat şi trăieşte în camera cloacală şi în tunica

ascidiilor coloniale. Glicolatul produs de *Prochloron* este folosit drept hrană de ascidii, dar nu se ştie încă ce rol are gazda pentru bacterie.

Prochlorococcus marinus este oxiclobacterie unicelulară, care trăieşte liber în zone eufotice ale oceanului Atlantic.

Prochlorothrix hollandica este oxiclobacterie filamentoasă, care trăieşte liber în lacuri din Olanda.

Ecologie

Sunt organisme planctonice libere sau simbionte. Cele simbionte au fost plasate în genul *Prochloron*. Acestea nu au putut fi cultivate *in vitro*. Din contră, *Prochlothrix hollandica* poate fi cultivat în laborator. Unele proclorofite au fost identificate în habitate de apă dulce (Dragoş et al. 1997).

Importanţă

Fiind un grup mic, oxiclorobacteriile au doar importanţă teoretică, cele de tip *Prochloron* fiind considerate potenţiali endosimbionţi de la care au derivat plastidele verzi (Dragoş et al. 1997).

VI.2. Supraregn Eukarya

Grupează organisme unicelulare sau pluricelulare, caracterizate de prezenţa în celule a nucleului delimitat de un înveliş nuclear dublu membranar, prevăzut cu pori. Genomul eucariotelor prezintă o organizare mult mai complexă, fiind constituit din mai mulţi cromozomi (Toma & Anghel 1985). Pe lângă genomul nuclear, la eucariote există un genom plastidial, mitocondrial, centriolar. ADN-ul nuclear este liniar, dublu catenar, elical, permanent complexat cu histone. Diviziunea celulelor eucariote se realizează de regulă prin mitoză, proces în cadrul căruia se formează aparatul mitotic (fus de diviziune, centromer, centrioli) caracteristic acestor celule. Reproducerea sexuată este de asemenea o caracteristică a organismelor eucariote. Ribozomii citoplasmatici şi nucleari au constanta de sedimentare 80S. În citoplasmă sunt prezente o serie de organite membranate precum mitocondrii, dictiozomi, plastide. Cilii şi flagelii au organizare complexă, cu axonema de tipul 9+2 sau 9+1. Peretele celular este absent la animale şi prezent la plante. El este constituit predominant din celuloză, hemiceluloză, substanţe pectice, lignină.

VI.2.1. Regn Protoctista (Protista)

Grupează organisme eucariote unicelulare sau pluricelulare foarte diversificate, ce nu aparţin fungilor, animalelor sau plantelor. Aşa cum se observă, caracterizarea acestor organisme este una negativă, protoctistele fiind acele

organisme eucariote care rămân după excluderea animalelor care se dezvoltă pornind de la stadiul de blastulă, după excluderea plantelor ce prezintă embrion în stadiul de dezvoltare, după excluderea fungilor fără stadii flagelate în ciclurile lor de viață (Margulis et al. 1990, citat după Hausmann et al. 2003). Protoctistele includ astfel protozoarele, chitridiomicetele, oomicetele, dar şi toate grupele de alge. Termenul de **Protoctista** a fost introdus încă din 1861 de către John Hogg pentru a defini organismele cu organizare simplă (Hausmann et al. 2003).

Protista, în concordanță cu definiția dată de Haeckel (1866), cuprinde organisme unicelulare: protofite şi protozoare. Termenul acesta devine nepotrivit atunci când încadrăm aici şi organisme pluricelulare, de aceea considerăm mai potrivită utilizarea termenului de Protoctista. În cele ce urmează vom prezenta numai organismele fotosintetizante ce aparțin acestui regn.

V.2.1.1. Încrengătura Glaucocystophyta

Caractere generale

Glaucistofitele sau glaucofitele, cum mai sunt numite, sunt alge de apă dulce, cu plastide numite **cianele**. Aceste cianele sunt asemănătoare cianobacteriilor şi au un perete subțire de natură peptidoglucanică. Prezența acestui perete, precum şi compoziția pigmenților demonstrează originea plastidelor glaucofitelor în endosimbioza primară a unei cianobacterii. Glaucocistofitele conțin clorofilă a, ficobiliproteine (ficocianină şi alloficocianină), β-caroten, zeaxantină, β-criptoxantină. Ficoeritrina este absentă. Plastidele conțin, de asemenea, granule polifosfatice şi carboxizomi similari celor de la cianobacterii. Principalul produs de fotosinteză este amidonul care se acumulează sub formă de granule în citoplasmă, în afara cianelelor.

Peretele celular este de natură celulozică la *Glaucocystis*, lipseşte la *Cyanophora* şi este non-celulozic la *Gloeochaete*.

Genomul glaucocistofitelor este redus (<120 x 10^6 daltoni).

Prezintă stadii mobile caracterizate de prezența a doi flageli inegali, cu un aranjament al microtubulilor tipic pentru eucariote (9 + 2).

Înmulțirea se face prin diviziune simplă, longitudinală, sau asexuat prin zoospori şi autospori.

Reprezentanți

Cele mai comune genuri sunt: *Cyanophora*, *Gloeochaete* şi *Glaucocystis*.

Cyanophora grupează forme unicelulare care prezintă doi flageli inegali şi, de obicei, câte două cianele. Reproducerea se face prin diviziune simplă după un plan longitudinal.

Glaucocystis cuprinde specii imobile coloniale, colonia formându-se în urma reținerii celulelor fiice în interiorul peretelui celular parental care este

persistent (Graham & Wilcox 2000). Fiecare individ din cadrul coloniei prezintă mai multe cianele.

Gloeochaete grupează atât forme unicelulare solitare cât şi coloniale, acestea din urmă prezentând câte 2-4 celule sferice, fiecare cu câte doi flageli gelatinoşi, lungi, asemănători flagelilor celorlalte alge eucariote, dar care sunt lipsiți de perechea centrală de microtubuli (Graham & Wilcox 2000). Se înmulțesc asexuat prin zoospori.

Ecologie

Au o frecvență scăzută, sunt răspândite în populații mici şi toate sunt microorganisme de apă dulce. Au fost găsite în şanțuri, iazuri şi lacuri puțin adânci, eutrofizate. Unele specii sunt răspândite în turbării şi în ape acide poluate cu materii organice. Rolul ecologic pare să fie redus (Dragoş et al. 1997).

Importanță

Glaucofitele prezintă importanță ştiințifică datorită prezenței cianelelor care ilustrează un stadiu timpuriu în transformarea endosimbiontului cianobacterial în plastidă (Graham et al. 2006).

VI.2.1.2. Încrengătura Chlorarachniophyta

Caractere generale

Sunt un grup foarte mic de alge amoebo-flagelate unicelulare, care au fost găsite în ape marine şi care sunt caracterizate de un cloroplast neobişnuit, delimitat de patru membrane, prezența unor nuclei vestigiali (nuclemorfi, genofori) şi de un set de pigmenți similari algelor verzi. Clorarachniofitele sunt nude, amoeboide şi poartă pseudopodii filoase.

Fiecare celulă are un nucleu relativ central, câteva plastide periferice, mai mulți corpi Golgi, mitocondrii cu criste tubulare, reticul endoplasmatic rugos (RER) extins şi un strat distinct de vezicule periferice. La *Chlorarachnion reptans* sunt prezente 4–8 plastide discoidale bilobate; fiecare are câte un pirenoid pedicelat care proiectează spre interiorul celulei. Membranele plastidiale delimitează un compartiment periplastidial larg, care conține ribozomi asemănători celor citoplasmatici şi un mic organit dublu membranar numit nucleomorf sau genofor, alcătuit din cel puțin trei cromozomi liniari, mici. Compararea secvențelor de ADN din nucleomorf, nucleul celulei gazdă şi plastide sugerează originea clorarachniofitelor într-un proces de capturare a unei alge verzi eucariote de către o amoebă fagotrofă (Graham & Wilcox 2000).

Pigmenții sunt similari celor de la algele verzi din Prasinophyceae, incluzând clorofilele a şi b, precum şi unele xantofile: neoxanthin, violaxanthin, lutein.

Produsul de asimilație este localizat în citoplasmă, într-o veziculă unimembranară care formează o capsulă caracteristică în jurul proiecțiilor

pirenoizilor. Structura sa chimică este neclară, dar testele citochimice sugerează că nu este amidon (Dragoş et al. 1997; Graham & Wilcox 2000).

Înmulțirea se face pe cale asexuată, prin zoospori. Reproducerea sexuată nu a fost observată.

Reprezentanți

Clorarachniofitele sunt reprezentate de patru genuri: *Chlorarachnion*, *Cryptochlora*, *Gymnochlora* şi *Lotharella*. Deosebirea dintre acestea se face pe baza ultrastructurii pirenoizilor. *Clorarachnion reptans* este cel mai cunoscut din acest grup. La *C. reptans*, unul din cele şase reticulopodii radiază de la fiecare celulă, care totdeauna se leagă de cele ale celulelor învecinate formând un **plasmodiu reticulat**.

Ecologie

Clorarachniofitele trăiesc în ape marine temperate şi tropicale.

Importanță

Nu prezintă importanță economică, ci doar ştiințifică sugerând originea lor într-o simbioză secundară dintre o amoebă şi o algă eucariotă conținând clorofilă b.

VI.2.1.3. Încrengătura Rhodophyta (Alge roşii)

Caractere generale

În prezent se cunosc circa 5000-6000 de specii de rodofite (Graham & Wilcox 2000), acestea reprezintând unul dintre cele mai vechi grupri de alge eucariote. Numele lor se datorează culorii talului (gr. *rodos* = roşu, roz). Caracteristicile structurale, biochimice şi reproductive ale acestora le fac să fie un grup distinct atât față de celelalte grupe de alge, cât şi față de plante.

Rodofitele sunt preponderent pluricelulare, macroscopice. Se cunosc foarte puține specii unicelulare (ex. *Porphiridium*, *Rhodospora*). Sunt alge lipsite de flageli atât la nivelul celulelor vegetative, cât şi la nivelul sporilor sau gameților.

Talul dominant este cel ***cladomial***, uni- sau multiaxial, care formează fronde cu aspect filamentos, bandiform sau de corm (*Delesseria*). Talul cladomial începe cu un stadiu protonematic (fază ***cantransioidă***). Acesta dispare la speciile evoluate. În cadrul talului cladomial se disting următoarele linii evolutive:

- subtipul ***fucoid*** (asemănător talului de *Fucus*) – aplatizat sau cilindric, fără apendici, cu structură plectenchimatică (*Chondrus*, *Furcellaria*);
- subtipul ***rodomeloid*** – anumite pleuridii se diferențiază foarte mult formând aşa-numitele filidii, uneori cu aspect de frunze (*Delesseria*);
- subtipul ***semirodomeloid*** – prezintă numai celulele axei şi celulele coxale ale pleuridiilor fertile (*Callithamnion*).

La unele rodofite poate fi detectată o **diferențiere celulară**, în special la talurile superior organizate. Astfel, se poate face distincție între **celulele corticale** și **celulele medulare**. Celulele corticale sunt mai mici și conțin multe cloroplaste. Celule medulare sunt mai mari, iar cloroplastele sunt puține sau lipsesc. La Floridophyceae au fost identificate celule speciale numite **secretoare** sau celule **veziculare**. La maturitate acestea își pierd cloroplastele, dar pot conține, în funcție de specie, cristale alungite numite **rafide**, polizaharide acide sulfatate vacuolare sau concentrații mari de compuși halogenați (bromină și iodină) care par să aibă funcție antimicrobială, anti-ierbivoră sau alelopatică (Graham & Wilcox 2000).

Ataşarea talurilor de substrat se face prin intermediul unor celule specializate, rizoizi unicelulari sau structuri de fixare rizoidale multicelulare.

Algele roșii marine sunt de obicei mari, unele având aproape 1 m lungime, în timp ce altele pot atinge 2 m în lățime (ex. *Schyzimenia borealis*). În ciuda mărimii lor, celulele talului nu sunt diferențiate sau specializate. O ușoară diferențiere apare doar în cazul talurilor cu structură parenchimatoasă, taluri în care celulele externe sunt mai mici și mai pigmentate, în timp ce celulele interne sunt mai mari și conțin mai puține plastide.

Celulele algelor roșii prezintă un **peretele celular** de natură celulozo-pectică, care se gelifică periferic. Partea amorfă și mucilaginoasă ce înconjură peretele celular conține galactani sulfatați (agar, agaroză, caragen, porfiran) cu valoare economică. La *Porphyra*, matricea amorfă este formată de manan. Rar peretele celular poate fi impregnat cu $CaCO_3$ (*Corallina*, *Lithothamnion*).

Citoplasma conține unul sau, rar, mai mulți **nuclei** de dimensiuni mici și numeroase **plastide** discoidale (rodoplaste). **Pirenoizii** sunt prezenți doar la unele specii. Rodoplastele conțin clorofilă a (clorofila d este prezentă în cantitate foarte mică și doar la unele specii), caroteni (β-caroten), xantofile (cantitativ importantă este zeaxantina) și pigmenți ficobilinici. Ficobiliproteinele localizate în ficobilizomi includ R-ficocianina, C-ficocianina, alloficocianina și cinci tipuri de ficoeritrine. Ficoeritrinele, când sunt prezente în cantitate mare, dau rodofitelor culoarea caracteristică. R-ficoeritrina a fost găsită la cele mai multe specii. Altele două (B- și C-ficoeritrina) sunt prezente doar la unele specii sau grupe taxonomice. Inițial, desemnările de R, B, C folosite ca prefix la ficocianină și ficoeritrină, s-au referit la unele grupuri taxonomice: Rhodophyceae (R), Bangiales (B), Cyanobacteria (C). Acum se știe că nu există o corelație strânsă între categoriile taxonomice și tipurile de biliproteine, astfel încât prefixele denotă doar spectre de absorbție diferite (Dragoș et al. 1997). Speciile care nu conțin o cantitate prea mare de ficoeritrină (ex. *Halosaccion*) au talul albastru-verzui sau măsliniu (Nabors 2004).

O caracteristică interesantă a algelor roşii este prezenţa **sinapselor**. O astfel de sinapsă constă într-o apertură circulară cu un dop în formă de lentilă instalat în ea şi un înveliş membranar pe fiecare faţă a dopului. La nivelul porului de legătură există o continuitate a plasmalemei, dar o continuitate a citoplasmei sau a schimburilor materiale dintre celulele adiacente nu a putut fi demonstrată. După modul de formare pot fi distinse două tipuri de sinapse. Sinapsa primară este formată între celulele fiice în timpul diviziunii, această structură rămânând ca o indicaţie a relaţiei lor. Sinapsa secundară este formată de fuziunea unei celule mici cu o celulă învecinată, sau a unui filament cu filamentul adiacent. Prin aceste sinapse sunt stabilite legături între celule sau filamente, diferite de cele primare rezultate în timpul diviziunii celulare (Dragoş et al. 1997).

Produsul de asimilaţie este **amidonul de floridee** (rodamilon) cu însuşiri intermediare între amidon şi glicogen şi floridazidă. Pe lângă amidonul de floridee, la rodofite au fost identificate câteva substanţe de rezervă cu masă moleculară mică: floridazidă (Bangiales, Nemalionales, Gigartinales, Rhodymeniales) şi degeneasidă (Ceramiales).

Înmulţirea se poate realiza prin diviziune celulară simplă la formele unicelulare, asexuat (prin spori) sau sexuat (prin trichogamie). **Ciclul de viaţă** este extrem de complex şi totodată unic. Dacă cele mai multe organisme au ciclu de viaţă digenetic, rodofitele au ciclu de viaţă trigenetic diplo-haplofazic, cu o generaţie gametofitică şi două generaţii sporofitice (Fig. 17). Pe **gametofiţi** se formează gametocişti feminini (carpogoane) şi masculini (spermatocişti). În spermatocişti se diferenţiază gameţii masculini, lipsiţi de flageli – spermatii. În carpogon se diferenţiază un gamet feminin de asemenea imobil – oosfera. Carpogonul are aspectul unei butelii, cu o parte bazală dilatată, în care se găseşte oosfera, şi o prelungire numită trichogin. În urma fecundaţiei se formează zigotul. Acesta este transferat într-o celulă auxiliară care se dezvoltă din ramul carpogonial. Aici încep diviziunile mitotice în urma cărora se formează o masă de celule ce reprezintă noua generaţie – **carposporofitul** (Mauseth 2004). Prin mitoză carposporofitul formează carpospori diploizi. Aceştia sunt eliberaţi şi, ajunşi în condiţii favorabile, germinează dând fiecare naştere câte unui tal diploid – **tetrasporofitul** – care este echivalentul unui sporofit normal. La nivelul tetrasporofiţilor se diferenţiază tetrasporocişti care în urma meiozei produc tetraspori haploizi ce reiau ciclul formând noi gametofiţi. Acest ciclu de viaţă complicat pare a fi o adaptare la faptul că ambii gameţi sunt imobili şi şansele de a se întâlni sunt foarte reduse. Practic, prin formarea carposporofitului este posibil ca pornind de la un singur zigot să se formeze mai mulţi tetrasporofiţi (Nabors 2004), ceea ce nu se întâmplă în mod normal în cazul altor cicluri de viaţă. De la acest ciclu există unele excepţii. Astfel, la reprezetanţi primitivi (ex. *Bangia*, *Porphyra*) ciclul de viaţă este digenetic.

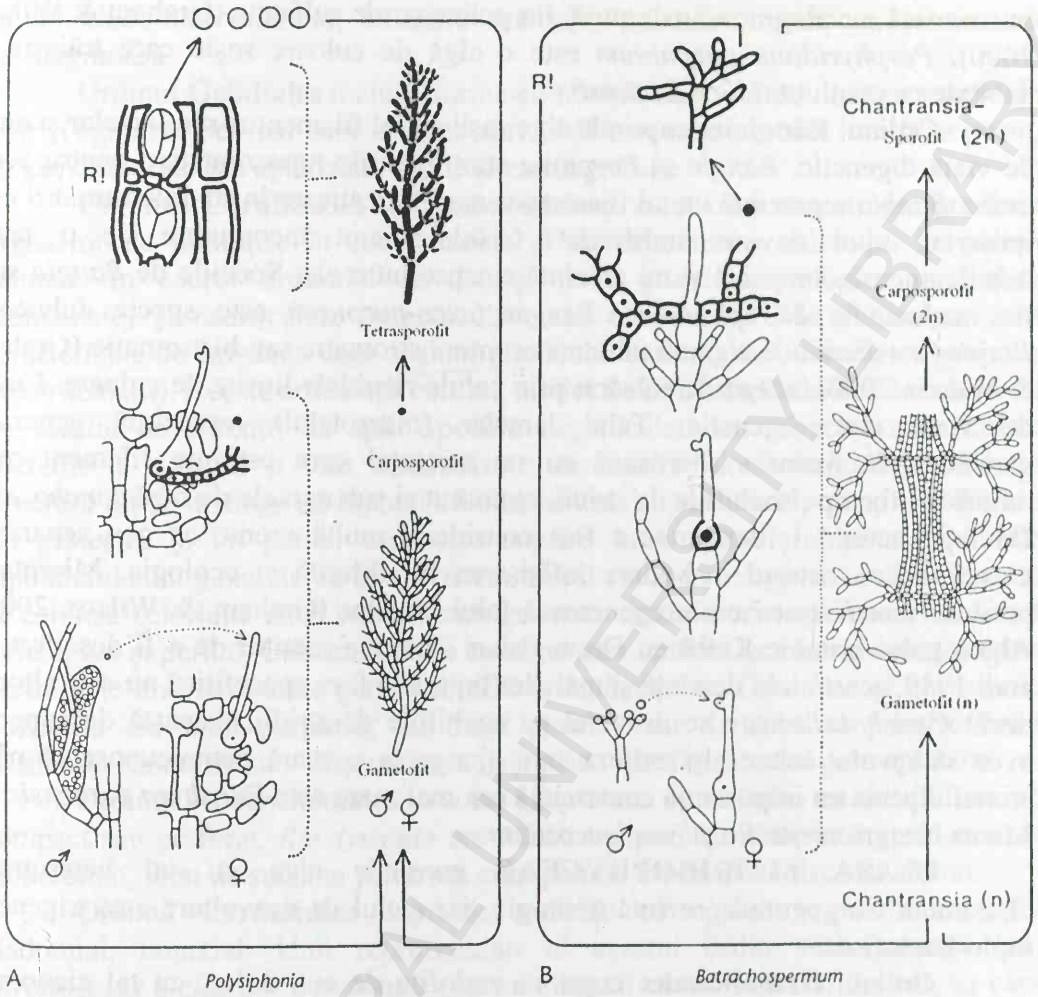


Fig. 17. Rhodophyta – ciclurile de viață la *Polysiphonia* sp. și *Batrachospermum* sp. (după Strasburger et al. 1998, p. 608)

Clasificare, reprezentanți

În raport cu gradul de diferențiere al talului, al gametociștilor, al ciclului de dezvoltare și cu biologia lor, rodofitele sunt grupate în două clase: ***Bangiophyceae*** și ***Floridophyceae***.

CLASA **BANGIOPHYCEAE** cuprinde alge cu tal primitiv, unicelular, cenobial, heterotrich sau lamelar (foliaceu). Carpogonul este lipsit de trichogin. Ciclul de dezvoltare este digenetic, cu gametofitul dominant. Ordinele incluse în această clasă sunt: Porphyridiales, Rhodochaetales, Erythropeltidales, Compsopogonales și Bangiales.

Ordinul **Porphyridiales** cuprinde specii cu tal unicelular care se înmulțesc prn diviziune celulară simplă sau prin autospori. Cel mai cunoscut gen al acestui ordin este *Porphyridium* care are talul unicelular, cu celule izolate sau agregate

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

într-o masă mucilaginoasă compusă din polizaharide sulfatate (Graham & Wilcox 2000). *Porphyridium purpureum* este o algă de culoare roşie care trăieşte în habitate cu conţinut ridicat de săruri.

Ordinul **Bangiales** cuprinde alge roşii cu tal filamentos sau lamelar şi ciclu de viaţă digenetic. *Bangia* şi *Porphyra* sunt genurile reprezentative pentru acest ordin. *Bangia* – prezintă un tal filamentos neramificat care în stadiile timpurii este uniseriat, apoi devine multiseriat. Celulele sunt înconjurate de o teacă mucilaginoasă compactă şi nu prezintă sinapse între ele. Speciile de *Bangia* sunt fie marine, fie de apă dulce. *Bangia fusco-purpurea* este specie dulcicolă. *Porphyra* – cuprinde alge cu tal lamelar, monostromatic sau bistromatic (Graham & Wilcox 2000), ataşat de substrat prin celule rizoidale lipsite de culoare. Ciclul de viaţă este digenetic. Talul lamelar (macrotalul) reprezintă generaţia gametofitică. Aceasta alternează cu un microtal care este un filament mic, ramificat, fixat pe cochiliile de stridii, cunoscut şi sub numele de fază *conchocelis*. De fapt, acest tal filamentos a fost considerat multă vreme ca gen separat – *Conchocelis* – având în vedere înfăţişarea lui diferită şi ecologia. Microtalul produce *conchospori* care regenerează talul lamelar (Graham & Wilcox 2000). Algologului britanic Kathleen Drew Baker îi revine meritul de a fi descifrat, în anul 1949, acest ciclu de viaţă şi mai ales faptul că faza sporofitică nu este altceva decât *Conchocelis* care se dezvoltă pe cochiliile de stridii. Această descoperire avea să revoluţioneze algocultura care ajunge la o scară nemaicunoscută până atunci. Specia cu importanţa comercială cea mai mare este *Porphyra yezoensis*. În Marea Neagră creşte *Porphyra leucosticta*.

CLASA **FLORIDOPHYCEAE** cuprinde alge cu tal heterotrich, cladomial. Carpogonul prezintă trichogin, iar ciclul de dezvoltare este trigenetic diplo-haplofazic.

Ordinul **Nemalionales** cuprinde rodofite de apă dulce, cu tal cladomial uniaxial sau multiaxial, având pleuridii libere. Ciclul de viaţă cuprinde trei generaţii, dar tetrasporofitul este redus la un mic filament cunoscut ca fază cantransioidă. Printre genurile cuprinse de acest ordin se află *Batrachospermum* şi *Nemalion*. Pe baza aspectelor ultrastructurale ale sinapselor, cele două genuri sunt încadrate în prezent în două ordine distincte: Batrachospermales şi, respectiv, Nemalionales (Graham & Wilcox 2000). *Batrachopsermum* are tal uniaxial, ramificat, cu ramificaţiile (pleuridii) dispuse verticilat. Speciile acestui gen sunt răspândite în ape reci, pâraie, lacuri, turbării.

Ordinul **Gigartinales** cuprinde rodofite cu tal cladomial uni- sau multiaxial, multe dintre ele cu importanţă economică. *Chondrus* are tal multiaxial, ramificat dichotomic, aplatizat. Cele mai multe specii ale acestui gen se găsesc în emisfera nordică. *Chondrus crispus* este cunoscut ca „muşchi irlandez" şi este folosit pentru obţinerea caragenului. Alte genuri: *Gigartina*, *Phyllophora*.

Ordinul **Gracilariales** cuprinde specii cunoscute pentru importanţa lor comercială ca surse de agar şi agaroză. Reprezentanţii genului *Gracilaria*

au tal cladomial uniaxial, cilindric sau uşor aplatizat, ramificat, cu textura cartilaginoasă.

Ordinul **Gelidiales** include forme cu tal uniaxial, multe folosite ca sursă de agar şi agaroză. Cel mai cunoscut gen este *Gelidium* care are talul ramificat penat, cu axe cilindrice sau aplatizate, rigide şi cartilaginoase.

Ordinul **Corallinales** (Cryptonemiales) este caracterizat de prezenţa organelor de înmulţire în conceptacule şi de depozitarea calcitului în pereţii celulari. În cadrul ordinului se disting două grupe morfologice: articulate (geniculate) şi nearticulate (negeniculate sau crustoase). Cele geniculate sunt caracterizate de existenţa unor regiuni ale talului care nu sunt calcifiate (genicule sau articulaţii). Aceste articulaţii conferă talului flexibilitate făcând ca acesta să nu fie afectat de curenţii de apă. Speciile negeniculate au aspectul unor cruste aderente la substrat şi sunt caracterizate de simetrie dorsi-ventrală. Astfel, în structura lor se distinge un hipotal aflat în contact cu substratul, un epital care are rol protector şi un perital care este cuprins între epital şi hipotal. Celulele hipotalului sunt generate de un meristem apical situat la marginea crustei, în timp ce celulele celorlalte două straturi sunt generate de un meristem intercalar, situat între epital şi perital. Cele mai multe coraline sunt epifite, iar câteva sunt parazite. Pintre cele mai cunoscute genuri se află *Lithothamnion*, *Corallina* şi *Lithothrix*. *Corallina* are talul purpuriu, ramificat penat, fixat de substrat printr-o bază crustoasă. Ramurile sunt dispuse în acelaşi plan, astfel încât talul pare aplatizat.

Ordinul **Rhodymeniales** este un grup mare de rodofite cu tal multiaxial, compact sau perforat. *Rhodymenia* are talul cu aspect lamelar, întreg sau divizat dichotomic, fixat de substrat printr-un crampon de forma unui disc sau stolon.

Ordinul **Ceramiales** cuprinde rodofite cu aparat vegetativ exclusiv cladomial, uniaxial. Unii reprezentanţi ai acestui ordin sunt paraziţi (ex. *Sorellocolax stellaris*). *Ceramium* cuprinde specii cu tal uniaxial delicat, în care joncţiunile dintre celulele axiale sunt acoperite de benzi de celule corticale (manşoane corticale). Celulele corticale sunt produse în urma diviziunilor repetate ale celulelor periaxiale aflate la capătul superior al celulelor axiale. La unele specii de *Ceramium*, celulele corticale şi periaxilare pot genera „spini" sau celule glandulare. La speciile genului *Polysiphonia* fiecare celulă centrală a axei generează un verticil de celule periaxiale care sunt aliniate cu verticilele periaxiale produse de celulele învecinate. Astfel, talul apare ca fiind compus dintr-o mulţime de tuburi aderente. *Dasya* prezintă un tal ramificat, cu aspect de pană.

Răspândire, ecologie

Cele mai multe rodofite sunt răspândite în ape marine. Trăiesc la toate latitudinile, dar sunt mai abundente în zonele ecuatoriale. În ariile polare şi subpolare au fost găsite doar puţine specii: *Kallymenia antarctica* şi *Gymnogongrus antarctica* în vestul Antarcticii şi *Lithothamnion glaciale* în apele arctice. Fiind fixate pe substrat, ele se găsesc în zonele intertidale (periodic

imersate) şi subtidale (permanent imersate) ale ţărmului. Sunt capabile să trăiască la adâncime mai mare decât alte alge marine (până la 200 m în apele curate) deoarece ele pot utiliza lumina la diferite lungimi de undă pentru fotosinteză, în funcţie de setul de pigmenţi conţinuţi de cloroplaste. Rar pot fi întâlnite în ape dulci, reci. Un exemplu în acest sens este *Batrachospermum moniliforme* care trăieşte în izvoare de munte.

În ceea ce priveşte substratul, preferinţele dominante ale rodofitelor se manifestă pentru substratul dur, calcaros, dar se pot găsi şi pe substrat nisipos sau detritic. Multe dintre rodofitele marine, în special cele cu tal de dimensiuni reduse, se dezvoltă exuberant pe un substrat de natură vegetală.

Populează apele calme, cu excepţia formelor de supralitoral. Sunt exigente faţă de temperatură, multe dintre ele trăind în zonele tropicale. Doar un număr mic de specii supravieţuiesc la temperaturi scăzute. La noi, în timpul iernii se dezvoltă *Porphyra leucosticta* aceasta fiind capabilă să reziste până la –20°C. Faţă de lumină au cerinţe variate. Suportă un spectru larg al salinităţii apei. Se găsesc în ape sărate, hipersaline (cu peste 40% săruri), dar şi în ape dulci. Unele rodofite sunt frecvent asociate cu pădurile întinse de mangrove din zonele costiere tropicale şi subtropicale.

Unele rodofite s-au adaptat unui parazitism total sau parţial. Dependent de gradul acestui parazitism, au loc corespunzător modificări anatomo-morfologice ca: diminuarea talului, reducerea progresivă a organizării sale, dispariţia garniturii pigmentare etc. Gazdele sunt întodeauna tot rodofite. Speciile parazite sunt fie aloparazite (parazitează gazde cu care nu sunt strâns înrudite), fie adelfoparazite (parazitează specii cu care sunt foarte înrudite). Cele din urmă reprezintă aproximativ 90% din formele parazite. Ca exemple de parazitism pot fi menţionate: *Choreocolax polysiphoniae*, parazită pe *Polysiphonia lanosa*; *Ceratocolax hartzii*, parazită pe *Phyllophora brodiaei*; *Acrochaetium endophyticum*, endobiont în talurile de *Heterosiphonia plumosa*; *Acrochaetium endozoicum*, endozoic pe celenterate sau briozoare. În rândul rodofitelor s-au descris şi relaţii de hemiparazitism. De exemplu, *Polysiphonia lanosa* îşi fixează rizoizii în talul algei brune *Ascophyllum*, dar se pare că în acest caz are loc un schimb reciproc de nutrienţi (Graham & Wilcox 2000).

Importanţă

Algele roşii sunt componente importante ale fitobentosului din ecosistemele acvatice de mare adâncime, sursă de hrană şi adăpost pentru numeroase animale marine. În zona pelagică (150–200 m adâncime) reprezintă singura categorie de producători primari (Făgăraş 2007).

Rodofitele au o mare importanţă economică datorită produşilor de metabolism, galactanii sulfataţi. Astfel, agarul şi agaroza extraşi din *Gelidium*, *Ceramium* sp., *Furcellaria* sp. sunt utilizaţi ca mediu de cultură în microbiologie şi micologie sau ca geluri de electroforeză în tehnicile de vizualizare a

moleculelor de ADN. Caragenul, extras în principal din *Chondrus crispus* (muşchi irlandez), se foloseşte ca stabilizator în industria cosmetică, alimentară, farmaceutică. Agarul şi caragenul se extrag pe scară largă în ultimii ani din alge roşii cultivate special în acest scop: *Eucheuma* sp., *Kappaphycus* sp. şi *Hypnea* sp.. Acestea produc cantităţi însemnate de atfel de compuşi atât în faza haploidă cât şi în cea diploidă a ciclului lor de viaţă, în timp ce *Chondrus* sp. şi *Gigartina* sp. produc galactani sulfataţi doar în faza sporofitică.

Algele cu tal mineralizat (coralinele) se foloseau în trecut, mai ales în Marea Britanie şi Franţa, ca amendamente în agricultură (ex. *Phymatolithon calcareum*, *Lithothamnion corraloides*). De asemenea, au fost folosite ca aditivi în hrană pentru pisici şi câini, sau au fost utilizate pentru filtrarea apei potabile. Din alge coraline se obţin în prezent implanturi dentare.

Unele specii de alge roşii se consumă în stare proaspătă (*Porphyra* sp., *Rhodymenia palmata*, *Eucheuma* sp., *Gracilaria* sp., *Gelidium* sp.), sau uscate (*Porphyra yezoensis*, cunoscută comercial sub numele de Nori). Sunt foarte bogate în vitamine (A, B şi C), săruri minerale şi proteine uşor digerabile. Câteva rodofite sunt cunoscute pentru utilizările lor în medicina populară (*Rhodymenia* sp. împotriva răcelii şi febrei, *Chondrus crispus* ca remediu în afecţiuni respiratorii, *Gelidium* sp. ca laxativ etc.).

VI.2.1.4. Încrengătura Cryptophyta

Caracterizare generală

Criptofitele sunt alge monadoide, rar cocoide, de dimensiuni mici (3–50 μm), colorate brun, brun-gălbui, albastru-verzui sau roşu, care trăiesc frecvent în ape reci şi adânci. Sunt cunoscute circa 100 specii de apă dulce şi 100 specii marine.

Celula este eliptică sau reniformă, apical trunchiată, cu simetrie dorsi-ventrală (Fig. 18). Ventral prezintă un şanţ longitudinal, la capătul distal cu o invaginare digitiformă, numită **criptă** sau **vestibul**, variabilă ca profunzime şi poziţie. Aceasta este asemănătoare cu complexul canal-rezervor de la Euglenophyta. Vestibulul este de obicei deschis mai mult sau mai puţin subapical. La unele genuri şanţul longitudinal poate lipsi (*Peliaina*, *Phyllomitus*). Atât în vestibul cât şi în şanţul longitudinal, sau doar în şanţ, există **ejectozomi** aranjaţi în rânduri chiar sub plasmalemă (Dragoş et al. 1997).

Cele mai multe criptofite au **doi flageli** (egali sau inegali în lungime, frecvent subegali), inseraţi subapical în vestibul (Fig. 18). Frecvent sunt heterodinamici şi pot purta mastigoneme (peri flagelari). Flagelii sunt ancoraţi în citoplasmă printr-o combinaţie complexă de microfilamente şi elemente microtubulare ale rădăcinilor flagelare. Genurile şi chiar speciile de criptofite diferă prin modul de dispunere şi morfologia perilor flagelari. La *Cryptomonas*,

amândoi flagelii prezintă mastigoneme. La *Chroomonas* flagelul scurt este lipsit de mastigoneme. La alte criptofite ambii flageli sunt lipsiți de mastigoneme.

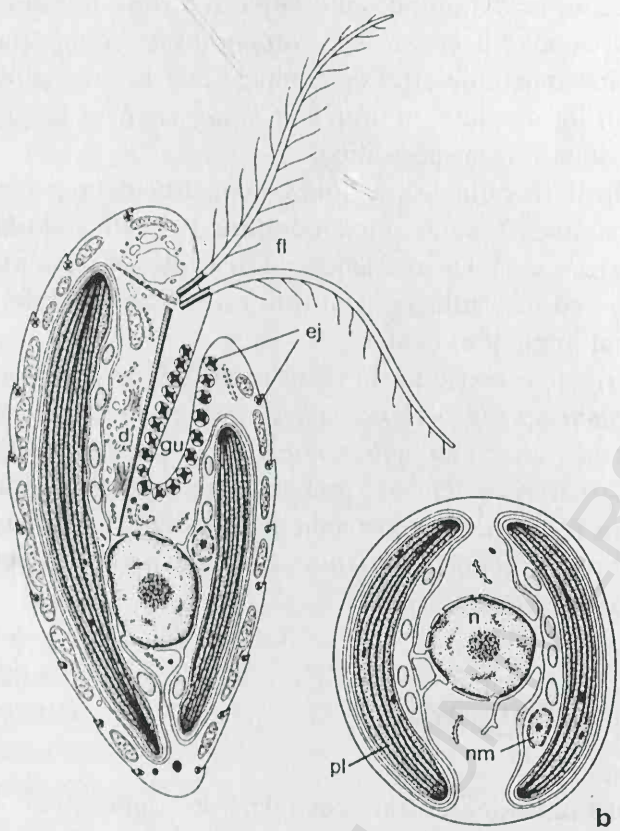


Fig. 18. Cryptophyta – organizare celulară: ej – ejectozomi, fl – flageli, gu – vestibul, n – nucleu, nm – nucleomorf (genofor), pl – cloroplast (după Hausmann et al. 2003, p. 65)

Criptofitele mobile nu au perete celular. Strâns asociat **plasmalemei**, în stratul periferic al citoplasmei, se află un strat de plăci fine. Plasmalema, împreună cu acest strat, formează **periplastul**. Acesta asigură rigiditatea necesară pentru menținerea formei celulare, dar în același timp aduce și un anumit grad de flexibilitate. Periplastul acoperă întreaga celulă, exceptând suprafața criptei. La speciile ordinului Tetragonidiales, specii coccoide, s-a descris totuși un perete celular propriu-zis, de natură celulozică.

Cele mai multe criptofite au unu sau două **cloroplaste** parietale. Unicul cloroplast este frecvent bilobat (Fig. 18). Lobii sunt legați printr-o punte mediană care conține pirenoidul (structură caracteristică cloroplastului cu rol în conversia produșilor primari ai fotosintezei în substanțe de rezervă). Cloroplastul este înconjurat nu numai de propriul înveliș (membrane duble), dar și de două membrane ale reticulului endoplasmatic plastidial. Spațiul dintre cloroplast și reticulul endoplasmatic plastidial este larg și conține granule de amidon (α-1,4-glucan), precum și nucleomorful (**genofor, ADN plastidial**). Acest tip de cloroplast complex este interpretat ca un eucariot endosimbiont (Hausmann et al.

BOTANICAL UNIVERSITY LIBRARY

2003). Câțiva **pigmenți fotosintetizanți** majori au fost identificați în cloroplastele criptofitelor: clorofila a și c_2, α- și β- caroten și mai multe xantofile (diatoxantina, aloxantina). Au fost, de asemenea, depistate trei tipuri de ficocianină și trei tipuri de ficoeritrină, toate diferite de ficobiliproteinele de la cianobacterii și rodofite. Totuși, este important de menționat că o singură specie conține un singur tip de ficobiliproteină, fie ficoeritrină, fie ficocianină. Ficobiliproteinele sunt localizate în interiorul tilacoidelor și nu formează ficobilizomi. Lamelele fotosintetizante ale cloroplatului constau în perechi de tilacoide. Tilacoidele dintr-o pereche nu sunt interconectate, fiind despărțite de un spațiu de 4 nm. Structura cloroplastului cu tilacoide asociate în perechi plasează criptofitele între rodofite (tilacoide singulare) și alte alge eucariote (lamele alcătuite din câte trei tilacoide) (Dragoș et al. 1997). Produsul de acumulare principal este **amidonul extraplastidial** (Pop et al 1983).

Stigma, prezentă doar în cloroplastele unor criptofite, constă dintr-un singur strat de picături lipidice localizate sub membrana plastidială ori într-o extensie a acesteia. De obicei, stigma are o poziție mediană. Stigma este înconjurată atât de învelișul plastidial, cât și de membranele RE plastidial (este intraplastidială).

De asemenea, în celulele criptofitelor au fost identificate organite ejectile numite **ejectozomi** sau **trichociste** (Fig. 18). Totuși la unele specii lipsesc ejectozomii. Aceste organite având o structură specifică sunt situate in proximitatea șanțului longitudinal (două sau mai multe rânduri) sau la periferia celulei, sub periplast. Cei localizați în zona șanțului longitudinal sunt mai mari decât cei localizați sub periplast, dar toți au aceeași structură. Fiecare ejectozom constă într-o mică veziculă cu doi corpi inegali conectați, veziculă delimitată de o membrană simplă. Ejectozomii se descarcă când organismele sunt iritate. Funcția și mecanismul lor de descărcare sunt foarte puțin înțelese.

La toate criptofitele studiate există așa-numiții **corpi Maupas** situați în jumătatea anterioară a celulei. Aceste structuri asemănătoare lizozomilor joacă rol în procesele autofagice. **Vacuola contractilă**, cunoscută la speciile de apă dulce, constă într-o vacuolă colectoare delimitată de o membrană simplă, înconjurată de mici vezicule care fuzionează periodic cu vacuola centrală. La speciile marine există o arie vacuolară formată din saci membranari interconectați, fără o vacuolă colectoare.

În citoplasma criptofitelor se află, de asemenea, **mitocondrii**, ramificate sau nu, cu criste digitiforme aplatizate, și **aparatul Golgi** care este constituit din mai mulți dictiozomi așezați liniar unul lângă altul alcătuind ceea ce în microscopia optică era desemnat prin corp „parabazal".

Nucelul este sferic sau oval, ocupă o poziție posterioară sau mediană în celulă și, în general, are puține caractere distinctive.

Speciile monadoide se **înmulțesc** prin diviziune longitudinală, după un plan care trece prin criptă, iar speciile cocoide se înmulțesc prin zoospori. La

unele specii de criptofite se semnalează un proces de reproducere sexuată. Gameții sunt similari ca mărime și structură (izogameți), iar fuziunea lor nu implică și participarea lor, așa cum se întâmplă în alte grupe algale (Graham & Wilcox 2000). În condiții nefavorabile de mediu criptofitele pot produce **chişti** înconjurându-se cu perete gros, protector. Aceştia pot fi recunoscuți după colorația rozee pe care o prezintă și după numărul mare de granule de amidon extraplastidial.

Clasificare, reprezentanți

Încrengătura cuprinde o singură clasă – **Cryptophyceae** – cu două ordine – **Cryptomonadales** și **Tetragonadales** (Cryptococcales).

Pentru **Cryptomonadales**, ordin cu 7 familii, reprezentativă este familia **Cryptomonadaceae**.

Speciile genului *Cryptomonas* (Fig. 19 A) vegetează în acumulări de apă bogată în substanță organică sau în mări. Au câte două plastide, fiecare cu câte un pirenoid. Unele specii ale genului au periplastul alcătuit din plăcuțe hexagonale.

Rhodomonas cuprinde specii dulcicole, adesea greu de deosebit de *Cryptomonas*. Speciile acestui gen au un singur cloroplast cu un singur pirenoid. Primăvara devreme pot produce înfloriri algale, fără a fi însă periculoase (Graham & Wilcox 2000).

Chilomonas (Fig. 19 B) posedă un leucoplast, o plastidă căreia îi lipsește pigmentarea. Acesta nu are pirenoid, dar genoforul este prezent. Genul este considerat ca a fi o formă dezvoltată dintr-una pigmentată (Graham & Wilcox 2000). *Chilomonas paramoecium* trăiește în ape murdare, iar *C. marine* în nanoplanctonul marin (Pop et al. 1984).

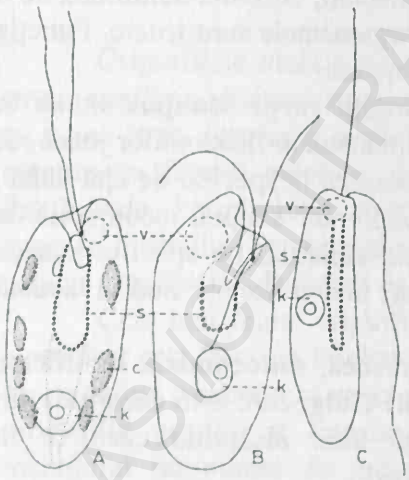


Fig. 19 Cryptophyta – reprezentanți: A. *Cryptomonas* sp., B. *Chilomonas paramoecium*, C. *Katablepharis phoenicoston* (după Strasburger et al. 1978, p. 553)

Cyanomonas cuprinde specii cu celule eliptice sau reniforme, criptă slab diferențiată, fără trichocişti, flageli uşor inegali şi 6–10 cloroplaste discoidale de culoare albastră-verzuie.

Ordinul **Tetragonadales** (Cryptococcales) are o singură familie – **Tetragonidaceae**. *Tetragonidium verrucatum* este o specie cu tal cocal, de apă dulce. Celula este de formă tetraedrică, prezintă perete celular celulozic şi cloroplast brun.

Răspândire şi ecologie

Criptofitele sunt organisme planctonice, preponderent prezente în ape dulci şi oceanice oligotrofe. Sunt mai frecvente în ape reci, unde devin abundente iarna şi primăvara devreme. În

timpul verii australe criptofitele sunt cele care domină flora algală a lacurilor Antarctice. Foarte rar sunt prezente în ape oceanice cu temperaturi mai ridicate de 22°C şi sunt absente din apele termale şi hipersaline.

Importanță

Criptofitele au importanță practică constituind hrană pentru zooplancton. Au, de asemenea, importanță ştiințifică, ultrastructura şi biologia lor moleculară având semnificații în studiul procesului de endosimbioză secundară.

VI.2.1.5. Încrengătura Dinophyta

Caracterizare generală

Dinofitele sau dinoflagelatele sunt alge preponderent unicelulare, flagelate, care în timpul deplasării execută o mişcare caracteristică de rotire (gr. *dineo* = a se roti). Se cunosc peste 2500 specii actuale şi aproape 4000 specii fosile (Hausmann et al. 2003). Cele mai multe trăiesc în mediul marin şi doar puține pot fi găsite în ape dulci. Speciile fototrofe au culoare galbenă, brună, oliv, brun-roşietică până la brun închis. Multe specii sunt incolore, lipsite de cloroplaste. Deşi majoritatea dinofitelor sunt monade biflagelate, sunt cunoscute şi specii sau stadii cocoide, amoeboide, palmeloide şi filamentoase. Apartenența acestora din urmă la dinofite este revelată de dinospori, celule reproducătoare flagelate cu structură caracteristică (Graham & Wilcox 2000).

Dinoflagelatele libere sunt diferite de alte flagelate prin celula lor care are două părți distincte: una anterioară (epicon sau episoma) şi una posterioară (hipocon sau hiposoma). Cele două regiuni sunt separate de **cingulum**, un şanț circular care adăposteşte flagelul transversal. Pe lângă acest şanț există unul longitudinal numit **sulcus**. De obicei sulcusul întâlneşte cingulum pe fața ventrală a celulei şi adăposteşte flagelul longitudinal.

Învelişul celular al dinoflagelatelor este complex, alcătuit din **plasmalemă**, acoperită de un strat subțire, omogen, slab structurat de polizaharide glicocalice, şi **amphiesma** sau **teca** care se află sub plasmalemă şi constă dintr-un strat de vezicule aplatizate strâns alipite între ele. Acest strat de vezicule este asociat pe fața internă cu un număr variabil de microtubuli. La speciile considerate nude sau nearmate aceste vezicule sunt goale. La speciile armate, în interiorul acestor vezicule se formează plăci rigide de tip celulozic (plăci tecale). Fiecare veziculă a tecii conține o singură placă. Epiteca este partea superioară a tecii, corespunzând epiconului, şi hipoteca corespunde hipoconului. Teca poate fi constituită din două plăci (ex. *Prorocentrum*) sau mai multe (la unele specii până la aproximativ 100). Plăcile au capetele uşor oblice şi se suprapun facilitând creşterea în mărime a celulei. Numărul şi aranjarea plăcilor în tecă sunt criterii foarte utile în sistematica dinoflagelatelor armate (ex. Peridiniales). Multe dinoflagelate armate prezintă ornamentații bogate şi variate. Plăcile tecale pot

avea spini, creste şi pot fi perforate de mici pori aranjaţi în rânduri, servind pentru descărcarea trichocistilor. Uneori marginile şanţurilor sunt ornamentate cu creste hialine şi aripi (Dragoş et al. 1997).

Flagelii dinoflagelatelor sunt heteromorfi şi heterodinamici, ei fiind diferiţi atât ca morfologie cât şi ca model de „bătaie". La unele specii flagelii pot fi inseraţi apical sau subapical (celule desmoconte). La cele mai multe dinofite flagelii sunt situaţi în cele două şanţuri, sulcus şi cingulum (celule dinoconte). Ei sunt inseraţi în porii de pe faţa ventrală a celulei, unde sulcus întâlneşte cingulum.

Flagelul direcţionat posterior este situat în sulcus şi totdeauna este mai lung decât celula (flagel sulcal). Din acest motiv el este proiectat în afara sulcusului. Partea bazală este mai groasă, iar cea distală mai subţire. Întregul flagel este acoperit de mastigoneme aranjate pe două rânduri. La unele specii vârful îngustat şi mastigonemele pot lipsi. Flagelul sulcal are rol de cârmă. La unele specii acest flagel poate fi retras şi pliat în sulcus.

În şanţul transversal se află un flagel bandiform, flagelul cingular. Membrana flagelară este ancorată pe suprafaţa internă a cingulumului prin fibre delicate. Pe una din marginile flagelului se dispune o singură serie de mastigoneme fine, de circa 2 μm lungime. Flagelul cingular, prin bătăile lui, determină rotirea celulei sau propulsează celula înainte.

Aproximativ jumătate din dinofitele cunoscute sunt lipsite de plastide, deci se hrănesc heterotrof (Graham & Wilcox 2000). Atunci când există, **cloroplastele** sunt în număr variabil. Speciile cu celule mici au 2–4 cloroplaste, în timp ce alte specii pot avea mai multe. De obicei, cloroplastele sunt discoidale sau lenticulare, iar mărimea şi poziţia lor în celulă poate varia. În general sunt dispuse parietal, rar radiar. Cloroplastele sunt înconjurate de trei membrane: două plastidiale, a treia aparţine RE plastidial. Aceasta din urmă nu are continuitate cu membrana învelişului nuclear şi poate fi absentă la unele specii. Lamelele fotosintetizante sunt în general paralele la învelişul cloroplastului şi sunt formate de regulă din câte trei tilacoide. De obicei lamela de centură este absentă. Cloroplastele conţin un număr variabil de genofori al căror ADN este ataşat de membranele tilacoidale.

Pigmenţii fotosintetici sunt: clorofila a, clorofila c_2, β-caroten, γ-caroten, peridinină, dinoxantină, diadinoxantină şi diatoxantină. Fucoxantina nu a fost identificată la dinoflagelate, ci doar un derivat al acesteia. Produşii de asimilaţie sunt reprezentaţi de amidonul stocat extraplastidial şi de picăturile de ulei.

Alte organite celulare: stigma, aparatul pusular, organitele ejectile şi corpii de acumulare. Stigma este prezentă la mai puţin de 5% dintre dinofite, în special la cele de apă dulce, şi poate fi de diferite tipuri (Dragoş et al. 1997). Cel mai comun tip a fost descris ca fiind o masă ovoidă constând în globule roşii, osmiofile, nedelimitate de o membrană. O astfel de stigmă este situată în citoplasmă, de-a lungul sulcusului.

Aparatul pusular (Fig. 20) este o structură complexă, cu posibil rol osmoreglator, diferit din punct de vedere structural de vacuolele contractile simple

întâlnite la alte flagelate. A fost detectat atât la specii marine, cât şi la cele de apă dulce. Modul său de funcţionare este foarte puţin cunoscut. O pusulă constă din mai multe zeci de vezicule situate de-a lungul canalului flagelar. Fiecare veziculă este o invaginare a plasmalemei şi comunică direct cu canalul flagelar. Invaginarea plasmalemei este strâns asociată cu o membrană derivată din RE, astfel încât fiecare veziculă apare delimitată de două membrane. În jurul acestor vezicule, au fost găsite numeroase cisterne ale RE, formând o adevărată teacă veziculară. La unele specii veziculele nu se deschid direct în canalul flagelar, ci într-o cameră colectoare sau într-un tub sinuos complex conectat la canal.

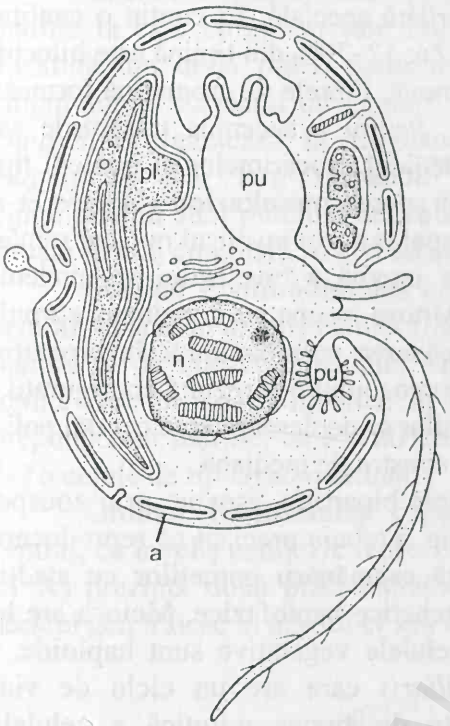


Fig. 20. Dinophyta – organizare celulară:a – amphiesma, n – nucleu, pl – cloroplast, pu – pusulă (după Hausmann et al. 2003, p. 82)

Multe dinoflagelate au **mucociste**. Aceste structuri veziculare sunt situate sub tecă şi sunt capabile să elimine o substanţă aparent omogenă, de natură polizaharidică. Mucocistele sunt frecvent agregate în regiunea sulcusului. Prezenţa lor a fost relatată de la specii psamofile, mucocistele favorizând ataşarea celulelor de granulele de nisip. Structuri similare au fost descrise de la celulele euglenoide (Graham & Wilcox 2000).

Pe lângă mucociste, dinoflagelatele posedă **organite ejectile**: trichociste şi nematociste. Trichocistele sunt similare în multe privinţe cu cele ale ciliatelor, în timp ce nematocistele sunt similare cnidocistelor de la celenterate. **Trichocistele** au fost detectate atât la speciile armate cât şi la cele nearmate. O singură celulă poate conţine sute de trichociste. Acestea sunt dispuse la periferia celulei, perpendicular pe tecă. Trichocistele sunt descărcate în afară prin intermediul unor pori ai tecii, aparent printr-un un proces de hidratare rapidă (Dragoş et al. 1997, Graham & Wilcox 2000). Descărcarea trichocistelor poate fi determinată de modificări ale temperaturii, turbulenţe etc.. Funcţionarea acestor organite este însă destul de neclară. **Nematocistele** sunt organite ejectile cu structură mai elaborată decât a trichocistelor, identificate la doar două genuri marine: *Nematodinium* şi *Polykrikos*.

Corpul de acumulare este o veziculă largă de digestie intracelulară, asemănătoare cu corpii Maupas de la crizofite.

Citoplasma dinoflagelatelor înglobează, de asemenea, organite specifice eucariotelor: **mitocondrii, corpi Golgi, ribozomi.**

BCU CENTRAL UNIVERSITARĂ

Nucelul are caractere distinctive comparativ cu nucleul altor alge, ceea ce justifică numele său special – **dinokarion**. Nucleul este mare, ocupând jumătate din volumul celulei. Conține o cantitate ridicată de ADN comparativ cu alte alge. O parte din ADN este însă inactiv genetic. Cromozomii sunt condensați pe întreaga durată a ciclului celular și sunt atașați de membrana internă a învelișului nuclear. Cromozomii dinoflagelatelor conțin foarte puține histone și diferite de cele găsite la alte eucariote. Cromozomii au o structură fibrilară specială. Ei conțin o cantitate mare de Ca și Mg, metale precum: Fe, Ni, Cu, Zn; 12–70% din timină este înlocuită de 5-hidroximetil uracil, o bază azotată neobișnuită. Fibrele de cromatină formează inele similare celor din nucleoidul procariot. Pentru a accentua trăsăturile sale caracteristice care-l fac intermediar între nucleoidul procariotelor și nucleul tipic eucariot, nucleul dinoflagelatelor este denumit adesea **mesokarion** (Dragoș et al. 1997). **Diviziunea nucleară** este atipică. În timpul mitozei învelișul nuclear rămâne intact, cu cromozomii ancorați de membrana internă a învelișului, și nucleolul persistent se divide în două prin strangulare. Mitoza începe cu diviziunea corpului bazal al flagelului. În același timp are loc clivarea cromozomilor în cromatide perechi. Procesul începe la unul din capetele cromozomului și rezultă configurații în Y și V. În anafază monocromatidele cromozomilor se deplasează spre cei doi poli ai celulei. În același timp nucleolul se divide prin constricție mediană.

Înmulțirea se poate face printr-o simplă bipartiție, asexuat prin zoospori (dinospori) sau sexuat prin izo- sau anizogamie. Trebuie precizat că reproducerea sexuată este foarte greu de observat datorită asemănării gameților cu stadiile vegetative. Cele mai multe specii sunt monogenetice haplofazice. Meioza are loc în timpul germinării zigotului, astfel încât celulele vegetative sunt haploide. O excepție este reprezentată de *Noctiluca miliaris* care are un ciclu de viață monogenetic diplofazic. În ceea ce privește diviziunea mitotică a celulelor vegetative, aceasta se desfășoară diferit, în funcție de morfologia lor. Celulele nearmate se divid după un plan de diviziune oblic sau longitudinal cu sinteza continuă a noilor părți de tecă. Speciile armate imobile își pot pierde teca în timpul diviziunii, astfel încât fiecare celulă fiică își resintetizează o nouă tecă. La speciile armate mobile, diviziunea se face după un plan oblic, iar fiecare celulă fiică primește jumătate din teca parentală urmând ca cealaltă jumătate să și-o sintetizeze singure (Graham & Wilcox 2000).

Clasificare, reprezentanți

Speciile actuale de dinoflagelate sunt grupate în patru clase: **Dinophyceae, Blastodiniophyceae, Noctiluciphyceae** și **Syndiniophyceae**. Enumerăm câteva ordine reprezentative:

Ordinul **Prorocentrales** reunește forme preponderent marine, fitoplanctonice. Teca celulozică este formată din două valve, fără pori, sudate sagital. Flagelii sunt apicali heterodinamici, unul orientat în sensul axei longitudinale, celălalt se mișcă într-un plan perpendicular față de primul,

încercuindu-l. *Prorocentrum* cuprinde specii preponderent marine, dar şi specii de ape salmastre sau dulci. Unele specii sunt abundente în nisipul plajelor expuse la maree, nisip pe care-l colorează în brun. *Prorocentrum micans* poate produce înfloriri toxice. *Exuviella* cuprinde specii care vegetează în apropierea ţărmurilor marine producând înfloriri.

Ordinul **Dinophysiales** (Fig. 21 C) reuneşte forme monadoide, exclusiv marine la care cingulum este împins mult spre polul apical, iar hipoteca este alcătuită din două plăci. Şanţurile au marginile puternic dezvoltate, cele ale cingulumului formând un „guler" dublu, iar cele ale sulcusului „aripi" inegale. *Dinophysis* vegetează în fitoplanctonul mărilor calde şi reci. *Ornithocercus magnificus* este larg răspândit în fitoplanctonul apelor calde. Marginile gingulumului sunt puternic dezvoltate. Plastidele sunt absente, dar într-o cavitate situată în aria cingulară se află adăpostiţi simbionţi fotosintetizanţi.

Ordinul **Gymnodiniales** cuprinde forme monadoide, cu cingulum situat central, lipsite de înveliş celular (nude). *Gymnodinium* (Fig. 21 B) grupează specii marine şi de ape continentale, sărate sau dulci. *Gymnodinium brevis* produce toxine care provoacă moartea în masă a peştilor. *Gyrodinium* cuprinde forme preponderent marine, iar *Polykrikos* specii heterotrofe cu tal colonial alcătuit din 2–16 celule de tip *Gymnodinium*.

Ordinul **Peridiniales** cuprinde forme monadoide, cu cingulum situat central, cu înveliş celulozic reprezentat de tecă (epi- şi hipotecă). *Peridinium* (Fig. 21 A) prezintă două plăci antiapicale egale. Cele mai multe specii aparţinând acestui gen trăiesc în ape dulci sau salmastre. Pot produce înfloriri ale apelor.

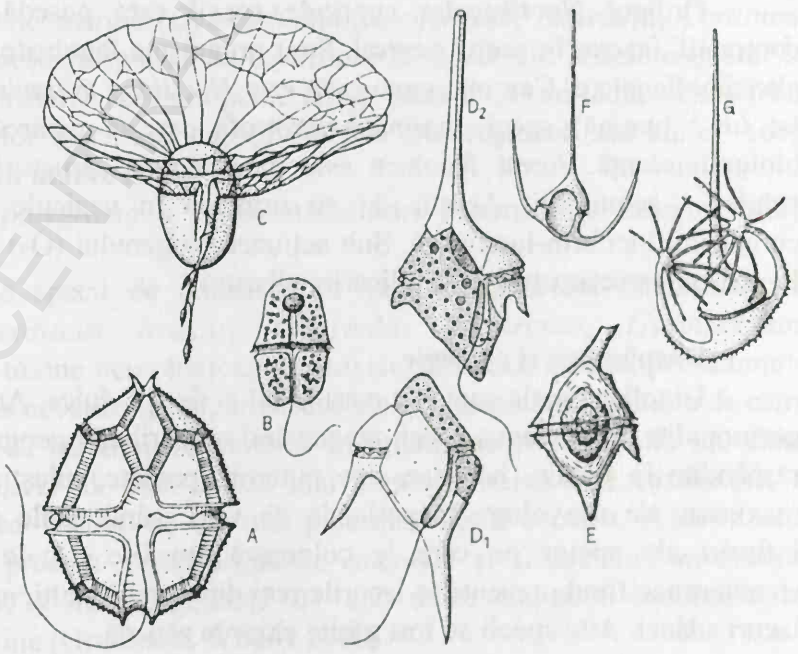


Fig. 21. Dinophyta – reprezentanţi: A. *Peridinium tabulatum*, B. *Gymnodinium aeruginosum*, C. *Ornithocercus splendidus*, D_1 şi D_2. *Ceratium hirundinella* după diviziune, E. *Ceratium cornutum*, F. *Ceratium tripos*, G. *Ceratium palmatum* (după Strasburger et al. 1978, p. 554)

Ordinul **Gonyaulacales** grupează specii cu o singură placă antiapicală. Reprezentative sunt genurile *Gonyaulax* şi *Ceratium*. Câteva specii ale genului *Gonyaulax* formează colonii filementoase, în care nu există nici o diferenţiere celulară (Mauseth 2003). Speciile genului *Gonyaulax* produc toxine care determină moartea nevertebratelor. În unele cazuri animalele nu mor, dar acumulează toxine, astfel încât, consumate de om, pot provoca intoxicaţii grave. Speciile genului *Ceratium* (Fig. 21 D1, D2, E, F, G) prezintă un corn apical şi 2–3 coarne antiapicale. Cele mai multe specii sunt de ape marine sau salmastre, dar se cunosc şi câţiva reprezentanţi de ape dulci. Pot produce înfloriri ale apelor. *Ceratium hirundinella* este frecvent în ape eutrofe.

Ordinul **Zooxanthelales** cuprinde dinoflagelate simbionte: *Endodinium*, *Zoorhabdella*, *Zooxanthella*.

Ordinul **Dinamoebidiales** cuprinde specii cu tal amiboid. Ex. *Dinamoeba varians* este specie marină, asemănătoare cu protozoarele.

Ordinul **Gloeochiniales** cuprinde specii cu tal palmeloid. Ex. *Gloeodinium montanum*.

Ordinul **Dinococcales** cuprinde specii cu tal cocal. Ex. *Dinococcus oedogonii*, epifit pe *Oedogonium*.

Ordinul **Dinotrichales** cuprinde specii cu tal filamentos ramificat. Ex. *Dinothrix paradoxa*, descris din acvariile cu apă marină.

Ordinul **Blastodiniales** cuprinde forme parazite, puternic modificate (*Blastodinium*, *Oodinium*, *Haplozoon*). Apartenenţa lor la dinoflagelate este trădată de dinozoospori. *Blastodinium spinulosum* trăieşte în tubul digestiv al copepodelor.

Ordinul **Noctilucales** cuprinde specii care posedă un tentacul gros, contractil, inserat în şanţul ventral. Sunt organisme fagotrofe, adesea consumând alte dinoflagelate. Cea mai cunoscută este *Noctiluca miliaris* (lat. *nox* = noapte, lat. *lux* = lumină), specie marină, heterotrofă, care se remarcă prin fenomenul de bioluminiscenţă. Acest fenomen este datorat unor structuri aflate la periferia celulei – scintilonii. Aceştia îşi au originea în vezicule golgiene şi conţin complexul luciferin-luciferază. Sub acţiunea oxigenului (O_2) luceferaza oxidează luciferinul, reacţie urmată de o licărire albastră.

Răspândire şi ecologie

Dinoflagelatele sunt atât marine cât şi de apă dulce. Acestea din urmă sunt cosmopolite, doar câteva specii prezentând o distribuţie geografică specială. Sunt răspândite în pâraie, heleştee, ape puternic poluate, mlaştini. De obicei ating maximum de dezvoltare în perioada de vară, când unele specii chiar produc înfloriri ale apelor pe care le colorează specific. Unele dinoflagelate sunt stenotermice fiind prezente în lacurile reci din munţii înalţi, ape circumpolare sau lacuri adânci. Alte specii au fost găsite chiar în zăpadă.

Unele dinoflagelate fototrofe sunt libere, fiind componente atât ale unor habitate pelagice, cât şi ale unora bentice. Altele trăiesc însă intracelular, în simbioză cu protozoare marine – radiolari şi foraminifere, dar şi cu unele celenterate, spongieri şi briozoare. Acestea sunt cunoscute ca **zooxantele** (ex. *Zooxanthella* sp., *Symbiodinium* sp.). Dinoflagelatele simbionte transferă gazdei aproximativ 60% din produsul de asimilaţie, de obicei sub formă de glicerol care în celula gazdă este convertit în lipide (Dragoş et al. 1997).

Printre dinoflagelate au fost descrise, de asemenea, specii ecto- şi endoparazite (Dragoş et al. 1997). Adesea plasarea acestora este dificilă şi doar stadiul mobil gimnodinian este acela care atestă apartenenţa lor la dinoflagelate. Cele mai multe sunt parazite pe protiste, anelide, copepode, peşti (ex. *Haplozoon* sp., *Blastodinium* sp., *Oodinium* sp.).

Aproximativ 30 de specii de dinoflagelate sunt responsabile de fenomenul de iluminare fosforescentă a mării pe timp de noapte, fenomen cunoscut ca bioluminiscenţă (*Noctiluca miliaris*, *Noctiluca scintillans*, *Protoperidinium* sp., *Gonyaulax* sp., *Protogonyaulax* sp., *Pyrodinium*, *Pyrocystis* sp., *Ceratium* sp.).

Importanţă

Dinoflagelatele prezintă importanţă ecologică foarte mare, atât sub aspect pozitiv, cât şi negativ. În recifii tropicali zooxantelele sunt cei mai importanţi producători primari (Hausmann et al. 2003). În apele costiere şi oceanice ele reprezintă adesea principala componentă a fitoplanctonului, cel puţin pe perioada de vară, şi joacă un rol central în lanţurile trofice marine.

Dinoflagelatele marine (*Gymnodinium*, *Gonyaulax*, *Exuviella*, *Ceratium*, *Peridinium*) sunt adesea responsabile de înfloririle algale din zonele costiere. În astfel de situaţii densitatea acestora poate atinge până la 20 milioane celule/litru. Datorită densităţii lor mari, apa capătă culoare brun-roşietică sau aurie. Acest fenomen a fost numit **maree roşie**.

Gonyaulax polygrama a provocat înfloriri puternice la litoralul Mării Negre în 1978.

Circa 30 de specii de dinoflagelate (ex. *Alexandrium tamarense*, *A. catenella*, *Gambierdiscus toxicus*, *Gonyaulax tamarense*, *Gymnodinium catenatum*) produc toxine neurotoxice, hepatoxice, citolitice care se pot acumula în diferite organisme acvatice (peşti, crustacee etc.). Consumarea acestora de către oameni poate duce la paralizii ireversibile, afecţiuni gastro-intestinale sau chiar amnezie (Hausmann et al. 2003). Cea mai comună toxină este saxitoxina, o neurotoxină de circa 100000 de ori mai puternică decât cocaina. Aceasta este produsă de specii precum *Protogonyaulax catenella* şi *Gesnerium monilatum* (Dragoş et al. 1997). Dinoflagelatele de apă dulce nu sunt cunoscute ca producătoare de toxine (Graham & Wilcox 2000).

VI.2.1.6. Încrengătura Chrysophyta (Alge aurii)

Caracterizare generală

Datorită plastidelor galben-brune pe care le posedă, crizofitele sunt cunoscute ca alge aurii (gr. *chrysos* = aur) sau brun-aurii. În unele sisteme de clasificare acestui grup taxonomic îi sunt atribuite şi haptofitele, diatomeele, cloromonadele, xantofitele şi chiar feofitele (Strasburger et al. 1998).

Talul de bază al crizofitelor este **monada biflagelată** (*Anthophysa*, *Dinobryon*, *Ochromonas*, *Synura*, *Pedinella*), însă pot fi întâlnite şi alte tipuri morfologice:

- rizopodial (*Chrysamoeba*, *Chrysostephanosphaera*),
- plasmodial (*Chrysarachnion*, *Myxochrysis paradoxa*),
- palmeloid (*Chrysocapsa*, *Hydrurus*),
- cocoid (*Chrysosphaera nitens*),
- filamentos (*Phaeothamnion confervicolum*, *Phaeodermatium rivulare*).

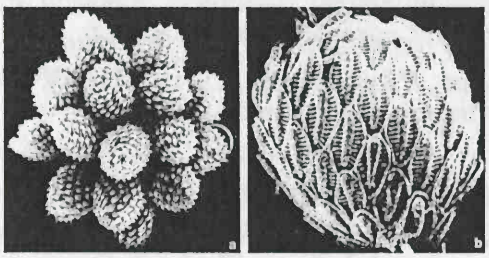


Fig. 22. *Synura petersenii* – a. colonie, b. celulă acoperită cu solzi silicioşi (după Hausmann et al. 2003, p. 71)

Cele mai multe crizofite au celule **nude**, lipsind orice înveliş protector. Totuşi, la multe specii, celula este protejată de straturi de solzi, lorică sau perete celular. **Solzii silicioşi** (scvame de siliciu) sunt prezenţi la unele genuri precum *Mallomonas*, *Paraphysomonas*, *Synura*) (Fig. 22). La *Paraphysomonas* ei sunt aranjaţi lejer pe suprafaţa externă a plasmalemei. La Synurophyceae există o reală armură celulară constând în solzi şi ţepi de diferite mărimi, cu o arhitectură foarte caracteristică pentru fiecare specie. Solzii sunt imbricaţi, cei mai mulţi suprapuşi după un model riguros. Ei sunt cimentaţi de un material anorganic formând o carcasă solzoasă. Solzii pot avea simetrie radiară sau biradiară (*Paraphysomonas*) sau una bilaterală (*Mallomonas*). Solzii sunt specie – specifici, de aceea ei sunt folosiţi pe scară largă pentru identificarea taxonilor. Depozitarea siliciului solzilor este intracelulară. Ei sunt sintetizaţi în vezicule ce provin din RE (*Synura*) sau complexul Golgi (*Mallomonas*). Solzii formaţi sunt puşi în libertate în apropierea bazelor flagelare, prin exocitoză. La *Mallomonas*, solzii şi ţepii sunt sintetizaţi în compartimente veziculare diferite şi în perioade diferite (independent). Mecanismul prin care solzii şi ţepii sunt sintetizaţi şi asamblaţi nu este pe deplin cunoscut (Dragoş et al. 1997).

La unele specii a fost demonstrată prezenţa unor **solzi de natură organică**, similari celor găsiţi la primnesiofite (*Chromulina placentula*).

La crizofite, **lorica** este un înveliş celular incomplet, care nu este strâns alipit de protoplast, aşa cum este peretele celular. De obicei, protoplastul ocupă doar o parte a volumului loricei. Morfologia şi compoziţia chimică a loricelor este

diferită la diferite genuri şi chiar specii. *Poteriochromonas malhamensis* are o lorică delicată constând în microfibrile de chitină. La *Dinobryon*, un gen de crisofite cu colonii dendroidale, lorica este compusă din microfibrile, modelul fibrilelor fiind caracteristic pentru fiecare specie. La alte genuri lorica poate fi calcifiată sau impregnată cu săruri de mangan şi fer.

Unele crizofite au protoplastul acoperit de **pereţi celulari de natură celulozică** (*Chrysocapsa epiphytica*).

La Parmales, pereţii celulari sunt silicifiaţi şi constau în 5–8 plăci divers ornamentate (papile, aripi, spini, carene).

Flagelii sunt inseraţi de obicei subapical ori în poziţie laterală. La Chrysophyceae, bazele flagelare sunt dispuse perpendicular una pe cealaltă, în timp ce la Synurophyceae ele sunt paralele. La unele specii (*Chromulina*) este prezent un singur flagel emergent, celălalt fiind redus sau vestigial. Există, de asemenea, specii cu doar un singur flagel, fără nici o urmă a celuilalt (la zoospori de *Rhisochromulina*). Flagelul anterior poartă mastigoneme (flagel pleuronematic). Al doilea, orientat posterior, este lipsit de mastigoneme (flagel acronematic). Mastigonemele flagelului pleuronematic sunt de obicei tripartite, alcătuite din peri microtubulari şi sunt sintetizate în spaţiul perinuclear. Mastigonemele sunt reţinute şi depozitate în vezicule speciale înainte de a fi eliberate la bazele flagelilor. Flagelii pot fi aproximativ egali în lungime, subegali sau inegali. Flagelul pleuronematic este de regulă mai lung decât cel acronematic. Pe flagelul scurt de la Chrysophyceae a fost găsit un fotoreceptor. Fotoreceptorul este de obicei umbrit de o stigmă situată în partea anterioară a cloroplastului. La speciile de Synurophyceae sunt doi fotoreceptori situaţi la baza flagelilor, unul pentru fiecare flagel, dar nu există stigmă. Flagelul pleuronematic are frecvent aceeaşi lungime cu a celulei, bate într-o undă aproximativ sinuoasă şi propulsează celula înainte. Flagelul posterior, frecvent situat într-un şanţ sau o depresiune a celulei, este curbat peste stigmă şi pare să joace un rol redus în propulsare. Cele mai multe celule mobile merg înainte printr-o mişcare de rotaţie. La unele specii suprafaţa flagelului este acoperită de solzi flagelari organici. Aceştia au o arhitectură variată şi sunt prezenţi fie pe flagelul lung, fie pe amândoi.

Stigma la crizofite este intraplastidială şi constă într-un strat de picături lipidice situate între învelişul cloroplastului şi lamela circulară. Datorită prezenţei aparatului fotoreceptor (fotoreceptor şi stigmă) majoritatea formelor mobile prezintă un răspuns fototactic pozitiv.

Crizofitele au frecvent 1–2 **cloroplaste** pe celulă. Totuşi există cazuri când numărul cloroplastelor este mai ridicat (*Olisthodiscus*, *Apedinella*, *Pedinella*). În interiorul fiecărui cloroplast, înconjurat de două membrane ale învelişului, există lamele fotosintetizante formate din câte trei tilacoide. La periferia fiecărui cloroplast există o lamelă circulară, continuă şi paralelă cu învelişul acestuia. La speciile de Chrysophyceae cloroplastele sunt complet înconjurate de cisterne ale RE plastidial, format din două membrane şi adesea conectate cu învelişul

nucleului. Pe suprafața externă a acestui REP se află ribozomi. La Synurophyceae, prezența REP a fost demonstrată doar la puține specii. La *Ochromonas* (un gen studiat intens) ADN cloroplastidial este localizat într-un inel în apropierea periferiei cloroplastului, închis în lamela circulară.

Cloroplastele crizofitelor conțin **clorofila a** și **c**. O parte din crizofite conțin atât clorofila c_1, cât și c_2 (Chrysophycaeae). La alte specii a fost găsită doar clorofila c_1 (Synurophycaee). β-carotenul este prezent la toate speciile de alge aurii. La unele specii, β-carotenul este însoțit de cantități mici de α- și γ-caroten. Dintre xantofile, **fucoxantina** este unul dintre cei mai importanți cantitativ. Alte xantofile: violaxantina, anteroxantina, zeaxantina.

Multe crizofite au cloroplaste cu **pirenoizi**. Pirenoizii de tip intern sunt cei mai frecvenți la crizofite. Ei constau dintr-o suprafață granulară diferită ca aspect de stroma cloroplastidială. La cele mai multe dintre speciile studiate, pirenoidul nu este traversat de tilacoide.

Produsul de asimilație este **crizolaminarina** (cunoscută anterior ca leucosin), un glucan localizat extraplastidial, într-o veziculă.

În celulele crizofitelor au fost identificate două tipuri de organite ejectile: **mucociste** și **discobolociste**. Mucocistele sau corpii muciferi sunt rar distribuite, în timp ce discobolocistele au fost raportate doar la *Ochromonas tuberculata*. Mucocistele sunt formații veziculare periferice conținând material granular. Eliberarea lor realizează o rețea fibrilară la exteriorul celulei. Discobolocistele sunt pline cu un material fibrilar fin care în partea distală prezintă un inel electronodens. Eliberarea discobolocistelor este explozivă. Când acest organit a fost eliberat din celulă, un inel este eliminat la o distanță de celulă, lăsând în urmă un cilindru delicat de material fibrilar. Ambele tipuri de organite ejectile își au originea în aparatul Golgi.

Vacuolele contractile (una sau două), însoțite de vezicule asociate, sunt localizate fie în partea anterioară a celulei (Chrysophyceae), fie in partea posterioară (Synurophyceae). De obicei sunt caracteristice crizomonadelor de apă dulce.

La cele mai multe crizofite **nucleul** este piriform și capătul său îngust este extins până la bazele flagelilor. Există o strânsă legătură structurală și probabil și funcțională între nucleu și învelișul cloroplastului.

Înmulțirea se poate realiza vegetativ, prin diviziune celulară sau fragmente de tal, asexuat, prin zoospori sau autospori, sau sexuat, prin izogamie hologamă. La cei mai mulți reprezentanți nu se cunoaşte încă procesul de reproducere sexuat. La *Cryptomonas*, două celule vegetative acționează ca și gameți fuzionând prin părțile lor ventrale. Rezultă o celulă 4-flagelată care mai târziu va suferi o diviziune meiotică urmată de formarea a patru celule vegetative haploide (Dragoş et al. 1997).

Crizofitele prezintă un stadiu de rezistență caracteristic cunoscut sub numele de **stomatocist** (statospor sau cist silicios). Stomatociştii sunt în general sferici și au ornamentații specifice fiecărei specii. Pot fi rezultatul atât al

reproducerii asexuate, cât şi al reproducerii sexuate. Formarea lor nu pare să fie însă corelată cu vreun factor de mediu (Graham & Wilcox 2000).

Clasificare şi reprezentanţi

Cele circa 1000 de specii de alge aurii cunoscute sunt grupate în trei clase: **Chrysophyceae**, **Phaeothamniophyceae** şi **Synurophyceae**. Menţionăm în continuare câteva ordine reprezentative:

Ordinul **Chromulinales** cuprinde forme monadoide.

Chromulina cuprinde specii dulcicole şi marine care au un sigur flagel emergent. Formează la suprafaţa apei o peliculă cu strălucire aurie atunci când razele soarelui cad într-un anumit unghi. Se cunosc peste 100 de specii ale acestui gen.

Ochromonas reuneşte specii auto- şi mixotrofe, primitive, cu flageli te tip heterocont. Acestea sunt mai fecvent răspândite în ape dulci oligotrofe, dar sunt cunoscute şi câteva forme marine. Genul cuprinde circa 80 de specii.

Dinobryon (Fig. 23) grupează specii dulcicole cu lorică, coloniale. Fiecare celulă a coloniei are doi flageli de tip heterocont. În cadrul coloniei celulele sunt ataşate unele de altele prin intermediul loricelor. Colonia are formă dendroidă. Această structură a coloniei este rezultatul diviziunilor mitotice longitudinale urmate de deplasarea celulelor fiice spre deschiderea loricei celulei mamă unde se ataşează şi-şi sintetizează fiecare o nouă lorică. Adesea speciile acestui gen produc înfloriri.

Chrysamoeba grupează speciile cu tal amiboid. Rizopodele ce radiază în jurul celulei pot avea lungime variabilă prin extensii şi retracţii active. Celulele pot deveni mobile prin producerea unui singur flagel emergent (Graham & Wilcox 2000). Speciile genului *Chrysamoeba* trăiesc prepoderent în planctonul lacurilor cu apă dulce.

Chrysocapsa grupează speciile cu tal palmeloid. Coloniile pot atinge circa 250 µm diametru şi sunt alcătuite din 64 de celule sferice sau eliptice incluse într-o masă mucilaginoasă. Sunt în general specii dulcicole.

Ordinul **Hydrurales** cuprinde specii cu tal palmeloid. Celulele sunt sferice, înglobate într-o masă gelatinoasă care poate lua formă

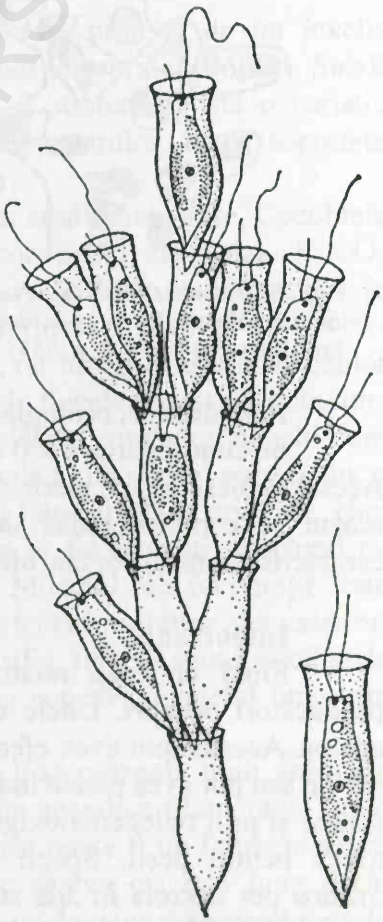


Fig. 23 *Dinobryon sertularia* – colonie (după Strasburger et al. 1978, p. 556)

pseudoramificată, de frunză etc. Speciile genului *Hydrurus* (Fig. 24) formează colonii mari, vizibile cu ochiul liber. Acestea sunt mai frecvente în ape reci de munte unde sunt ataşate pe roci submerse.

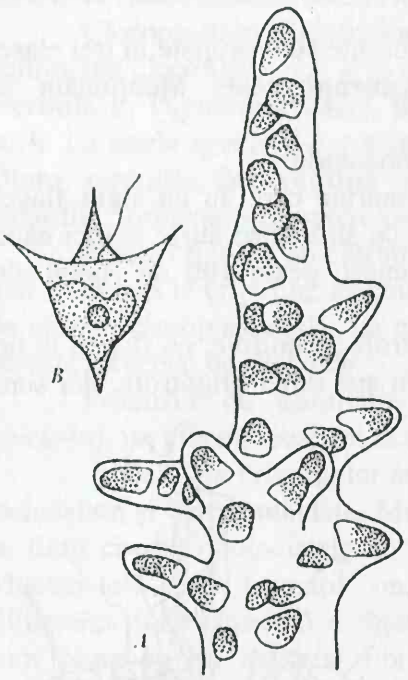


Fig. 24. *Hydrurus foetidus* – A. colonie ramificată; B. zoospor (după Strasburger et al. 1978, p. 557)

Ordinul **Phaeothamniales** grupează speciile cu tal filamentos. Datele moleculare recente sugerează că acestea sunt mai degrabă înrudite cu feofitele decât cu crizofitele (Graham & Wilcox 2000). Dintre speciile acestui ordin amintim: *Phaeothamnion confervicolum*, specie dulcicolă cu tal filamentos ramificat; *Phaeodermatium rivulare*, cu tal crustos, pseudoparenchimatic, polistromatic.

Ordinul **Synurales** cuprinde flagelate unicelulare sau coloniale acoperite cu solzi silicioşi. *Synura* prezintă specii coloniale, cu celule heteroconte. Pe solzii anteriori sunt prezenţi spini. Sunt frecvente în bazinele acvatice artificiale. Dau apei un miros puternic ce nu poate fi îndepărtat prin purificare. *Synura ulvella* este specie comună în planctonul celor mai multe lacuri. Genul *Mallomonas* grupează specii solitare, dulcicole şi salmastre. Celulele au un singur flagel emergent. La reprezentanţii acestui gen scvamele silicioase prezintă sete mobile.

Răspândire, ecologie

Se cunosc circa 1000 de specii de crizofite, atât fototrofe cât şi heterotrofe. Acestea trăiesc în ape marine, dar cel mai frecvent în habitate de apă dulce, cu pH scăzut şi conţinut redus de substanţe organice. Unele Synurophyceae sunt caracteristice lacurilor eutrofe.

Importanţă

Fiind un grup relativ mic, crizofitele nu au un rol important ca şi producători primari. Unele crizofite sunt asociate cu fenomenul de înflorire a apelor. Acestea pot avea efecte directe asupra biotei din ape prin eliberarea unor toxine sau pot avea efecte indirecte prin modificările pe care le produc în lanţurile trofice şi prin reducerea oxigenului dizolvat. *Uroglena volvox* produce acizi graşi toxici pentru peşti. Specii ale genurilor *Uroglena*, *Dinobryon*, *Mallomonas*, *Synura* pot excreta în apă substanţe care-i dau acesteia gust şi miros neplăcute (Graham & Wilcox 2000). Synurophyceae-le ce trăiesc în lacuri eutrofe servesc pentru monitorizarea fitoplanctonului în scopul detectării şi înţelegerii declinului calităţii apei (Graham & Wilcox 2000).

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

VI.2.1.7. Încrengătura Primnesiophyta (Haptophyta)

Caracterizare generală

Este un grup de flagelate unicelulare, multe dintre ele trăind în ape marine sau salmastre. Primnesiofitele sau haptofitele au fost considerate crizofite vreme îndelungată datorită unor caractere comune. Totuşi, ele diferă de alte grupuri algale, inclusiv de crizofite. Celulele au un organit special numit **haptonema**, situat între flageli.

În prezent sunt cunoscute circa 280 de specii aparţinând încrengăturii Prymnesiophyta (Graham & Wilcox 2000).

Primnesiofitele nu au un perete celular real. Din acest motiv membrana celulară şi citoplasma periferică sunt dinamice, formând uşor atât evaginări cât şi invaginări. Astfel, multe specii sunt capabile de a produce pseudopodii sau filopodii. Filopodiile apar subţiri, drepte sau ramificate. Ele se pot fragmenta şi detaşa de suprafaţa celulei (Dragoş et al. 1997).

La cele mai multe specii protoplastul nud este protejat de un înveliş constând în solzi eliptici închis de un strat mucilaginos la suprafaţa celulei. **Solzii** sunt **organici**, nemineralizaţi şi sunt aranjaţi pe 1–2 straturi. Există o variaţie considerabilă a formei şi orientării solzilor, a ornamentaţiilor de pe suprafaţa acestora. Cei mai comuni sunt cei eliptici (solzi plani).

Cocosferalele includ specii care au în plus un strat de **cocolite**. Cocolitele sunt solzi calcifiaţi. Pe suprafaţa externă a unor astfel de solzi, $CaCO_3$ cristalizează sub formă de calcit. Atât solzii cât şi cocolitele sunt produse în cisternele Golgi, transportate de vezicule şi eliberate prin exocitoză.

Primnesiofitele au **doi flageli** egali, subegali, rar inegali. Inserţia flagelilor variază de la localizarea laterală la cea apicală. Bazele flagelare sunt inserate într-un unghi de aproximativ 90 grade unul faţă de celălalt. Amândoi flagelii sunt consideraţi netezi, chiar dacă ei poartă unii apendici, deoarece aceştia au o structură foarte fină şi simplă şi sunt diferiţi de perii flagelari de la crizofite. Nici unul din cei doi flageli nu au kinetozom şi nu par să fie asociaţi structural cu stigma. Rădăcinile flagelare sunt microtubulare. Modelul de locomoţie este variabil. Celula se mişcă înainte deşi flagelii sunt orientaţi posterior sau exterior. La Pavlovales au fost descrise caractere specifice. Astfel, flagelii sunt inegali şi de obicei acoperiţi cu numeroşi solzi cilindrici până la concavi. Flagelul lung este direcţionat înainte, iar cel scurt spre exterior.

Trăsătura caracteristică a acestui grup este însă prezenţa unui apendice unic numit **haptonema** (Fig. 25). Haptonema este un apendice filamentos, situat la polul apical al celulei, între cei doi flageli. Aceasta poate fi un filament scurt, imobil (*Prymnesium*) sau un filament spiralat, de câteva ori mai lung decât celula, de până la 100 μm (*Chrysochromulina*). La unele genuri haptonema este redusă sau vestigială. Structural, ea este o prelungire a celulei, oarecum similară unui flagel, delimitată de o membrană celulară. Partea sa centrală conţine o

cisternă a RE lungă cât haptonema. De obicei, această cisternă (2 membrane) formează un cilindru complet sau incomplet (cel incomplet apare în secțiune sub forma literei C). Mijlocul delimitat de RE conține 5–8 microtubuli. La speciile cu haptonema rudimentară, sunt câțiva microtubuli sau aceştia lipsesc împreună cu cisterna RE. Funcția acestui organit nu este complet înțeleasă, dar poate servi ca organ temporar pentru ataşarea de substrat sau pentru absorbiția hranei (Hausmann et al. 2003).

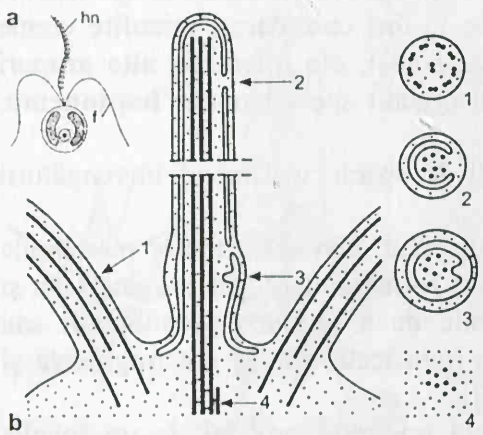


Fig. 25. Prymnesiophyta – structura haptonemei: a. polul apical al celulei la care se observă haptonema (hn) inserată între cei doi flageli (f); b. schema regiunii apicale a celulei; 1. secțiune transversală prin flagel, 2-4. secțiuni transversale prin haptonemă (după Hausmann et al. 2003, p. 64)

Corpii muciferi au fost relatați numai de la unele primnesiofite (ex. *Chrysochromulina*). Ei sunt localizați sub plasmalemă, iar structura lor este similară celor descrişi la crizomonadofite şi crizofite. Un corp mucifer constă dintr-o veziculă unimembranată cu un conținut omogen. Rolul lor este necunoscut.

Celulele primnesiofitelor conțin 1–2 **cloroplaste** parietale. Ele sunt înconjurate de 4 membrane: 2 membrane ale învelişului plastidial şi două ale RE plastidial. Ca şi la crizofite, membrana externă a RE plastidial este de obicei confluentă cu membrana externă a învelişului nuclear. Lamelele fotosintetizante sunt paralele la învelişul cloroplastului şi sunt formate din câte trei tilacoide. Lamela de centură lipseşte. Cloroplastele pot avea sau nu pirenoizi. Pirenoizii sunt de obicei semi-imersați, proeminenți pe fața internă a cloroplastului. Matricea pirenoidului este penetrată adesea de lamele duble tilacoidale.

Cloroplastele conțin clorofila a, c_1, c_2, β-caroten şi xantofile. Ca şi la crizofite, xantofila majoritară este fucoxantina. Totuşi, la unele primnesiofite există diatoxantină şi diadinoxantină, în timp ce crizofitele sunt caracterizate de violaxantină, antheraxantină şi zeaxantină.

Produşii de asimilație sunt stocați în vezicule sub formă de crizolaminarină şi polizaharide asemănătoare paramilonului.

Stigma nu este prezentă la primnesiofite. A fost relatată doar de la specii ale genului *Pavlova*, unde este localizată la capătul anterior al cloroplastului şi constă dintr-un număr de picături lipidice.

Nucelul este de obicei sferic şi nu este ancorat la corpii bazali prin rădăcinile flagelare. În timpul mitozei învelişul nuclear se dezorganizează şi este reconstruit în telofază. La Pavlovales, la polii fusului de diviziune, par să fie prezente rădăcini flagelare fibrilare, aparent având funcție de organizarea microtubulilor. La alte primnesiofite fusul de diviziune este generat lângă corpii bazali.

Reproducerea asexuată se face prin diviziunea binară a celulelor vegetative şi prin zoospori. Reproducerea sexuată a fost descrisă doar pentru un număr mic de specii.

Clasificare, reprezentanţi

În timp ce unii autori preferă clasificări simple, bazate pe prezenţa sau absenţa solzilor mineralizaţi (Graham & Wilcox 2000), alţii preferă clasificări complexe, bazate nu doar pe caractere morfologice, ci şi pe rezultatele analizelor unor secvenţe de ARN sau ADN (www.taxonomy.nl/main/classification, www.catalogueoflife.com). În cazul din urmă frecvent însă avem de-a face cu genuri, familii şi ordine ce rămân neîncadrate într-un taxon de rang imediat superior. Clasificarea pe care o prezentăm în continuare, ce nu reprezintă poate o grupare naturală a speciilor acestei încrengături, are în vedere câteva caractere morfologice precum prezenţa sau absenţa cocolitelor, a haptonemei şi a flagelilor (Hausmann et al. 2003). Prin urmare, reprezentanţii primnesiofitelor sunt grupaţi în clasa **Haptophyceae** cu următoarele ordine:

Ordinul **Prymnesiales** – cuprinde specii izoconte şi cu haptonema distinctă. Ex. *Prymnesium*, *Chrysocromulina* etc. Speciile genului *Prymnesium* sunt caracterizate de o haptonemă foarte scurtă. Sunt tolerante la variaţii mari de salinitate şi sunt cunoscute ca producătoare de toxine care determină moartea peştilor (Graham & Wilcox 2000). *Prymnesium saltans* trăieşte în ape sărate continentale şi litorale. Se fixează cu haptonema de branhiile peştilor provocându-le moartea prin eliberarea unei toxine hemolitice, mai ales în perioadele de multiplicare intensă (Pop et al. 1983). Genul *Chromulina* cuprinde circa 50 de specii, în principal marine şi mai puţin dulcicole. Haptonema în acest caz este foarte lungă, de 2–5 ori mai lungă decât flagelii şi se pare că are rol în capturarea prăzii. Unele specii marine produc toxine cu efecte fatale pentru peşti.

Ordinul **Isochrysidales** – cuprinde specii izoconte, cu haptonema redusă sau absentă. Ex. *Emiliana*, *Pleurochrysis*. *Emiliana* cuprinde specii ubiscviste, abundente mai ales în apele eutrofe din zonele temperate şi în apele subpolare. Suportă variaţii mari ale concentraţiei de nutrienţi din apă şi ale concentraţiei de săruri. De asemenea, suportă variaţii mari ale temperaturii apei. Deşi au pigmenţi galbeni sau gălbui-bruni, înfloririle produse de specii ale genului *Emiliana* au aspect verde-lăptos datorită reflectării luminii de către cocolite.

Ordinul **Coccolithophorales** – grupează speciile cu cocolite şi haptonema parţial prezentă (Fig. 26, 27). Ex. *Coccolithus*, *Umbellosphaera*. În Marea Neagră dintre cocolitoforale se întâlnesc frecvent specii precum *Calyptrosphaera insignis*, *Syracosphaera mediterranea* şi *Pontosphaera nigra* (Pop et al. 1983).

Ordinul **Pavlovales** – reuneşte specii heteroconte, cu haptonema redusă: *Diacronema*, *Pavlova*. Aceasta din urmă poate fi întâlnită nu numai ca flagelată unicelulară, dar şi în stadiu palmeloid. Unele specii ale genului *Pavlova* prezintă mişcări active de metabolie care amintesc de cele de la *Euglena*.

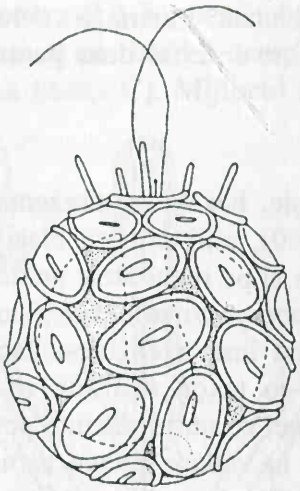


Fig. 26 *Syracosphaera pulchra* – specie cu cocolite şi haptonema parţial redusă (după Strasburger et al. 1998, p. 592)

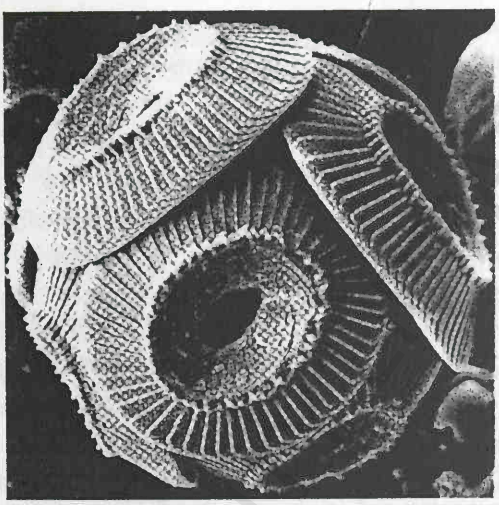


Fig. 27 *Coccolithus pelagicus* – specie cu cocolite şi haptonema parţial prezentă (după Hausmann et al. 2003, p. 64)

Răspândire, ecologie

Primnesiofitele sunt componente importante ale fitoplanctonului, în special în zonele tropicale. Dar, acestea sunt răspândite deopotrivă în ape temperate, subpolare şi polare. În Atlanticul de Sud, la latitudine medie, aceste alge formează cam 45% din totalul fitoplanctonului. În condiţii optime au capacitatea de a se divide rapid, producând astfel înfloriri ale apelor. *Phaeocystis*, o haptofită care formează colonii gelatinoase, conţine compuşi ce au capacitatea de a absorbi radiaţiile UV. Drept urmare, dacă alge precum diatomeele sunt sensibile la astfel de radiaţii, *Phaeocystis* este rezistent. Acest fapt face ca în zonele Antarctice, acolo unde sunt găuri în stratul de ozon, creşterea populaţiilor de *Phaeocystis* să fie dramatică (Nabors 2004).

Importanţă

Haptofitele au un impact major asupra biogeochimiei globale de cel puţin 150 de milioane de ani, ele influenţând circuitul carbonului şi sulfului în natură. Cocolitoforalele sedimentate sunt componenta cea mai importantă a acumulărilor calcaroase din adâncurile mărilor şi oceanelor. Ele contribuie cu aproximativ 25% din totalul carbonului transportat pe verticală, spre adâncurile oceanelor. De asemenea, unele haptofite precum *Emiliana huxleyi* şi *Phaeocystis pouchetii* produc cantităţi mari de dimetilsulfidă, compus care serveşte drept nucleu pentru condensarea norilor. În acest fel haptofitele respective influenţează clima, contribuind la intensificarea ploilor acide (Nabors 2004, Graham & Wilcox 2000).

Specii ale genurilor *Chrysocromulina* şi *Prymnesium* produc frecvent înfloriri toxice, care afectează nu doar peştele ci şi organismele nevertebrate. Nu

toate haptofitele au însă impact negativ. Multe dintre ele, fiind fotosintetizante, au rol important ca şi producători primari. *Isochrysis* şi *Pavlova* sunt folosite în acvacultură. Datorită dimensiunilor mici, a ratei de creştere rapide, digestibilităţii şi conţinutului ridicat de substanţe nutritive, acestea sunt considerate hrană de înaltă calitate pentru zooplancton.

V.2.1.8. Încrengătura Bacillariophyta (Diatomee)

Caractere generale

Diatomeele sunt alge unicelulare solitare sau coloniale, de culoare brună, preponderent acvatice, planctonice sau bentonice. Diatomeele coloniale pot trăi liber sau fixate. La formele coloniale indivizii aderă fie prin valve rezultând catene cu aspect filamentos (*Melosira*), de benzi (*Fragilaria*) sau colonii discoidale central perforate (*Meridion*), fie prin poli, coloniile având aspect stelat (*Asterionella*). Numeroase forme, atât de apă dulce cât şi marină, rămân grupate într-o masă gelatinoasă cu aspect variat: tub cilindric (*Cymbella*), aspect dendroid fixat bazal (*Gomphonema*). În coloniile nefixate celulele îşi păstrează mobilitatea (*Bacillaria*).

Celula prezintă un înveliş celular caracteristic numit **tecă**, format din două părţi: epiteca şi hipoteca (frustule). Teca este de natură proteică şi este mineralizată cu SiO_2. Depozitarea siliciului, proces denumit silicificare, este cuplat cu diviziunea celulară. După mitoză fiecare celulă moşteneşte câte o tecă parentală. Fiecare dintre acestea devine epitecă şi fiecare celulă fiică trebuie să-şi sintetizeze câte o hipotecă. Prin urmare cele două valve ale unei celule vegetative au vârste diferite. Fiecare tecă prezintă o valvă şi o pleură, partea laterală la nivelul căreia tecile se acoperă una pe alta. Valva poate fi circulară sau poligonală, ceea ce atrage după sine simetria radiară a celulei. Valvele lanceolate, eliptice determină o simetrie bilaterală a celulei. Valvele prezintă ornamentaţii fine, variate (striuri, veruculi, excavaţii) pe toată suprafaţa, cu dispoziţie concentrică sau radiară, sau numai pe laturi, generând aşa numita **pseudorafă**. Majoritatea diatomeelor cu simetrie penată prezintă pe una sau pe ambele valve, trei îngroşări locale – **noduli** – câte unul la capete şi unul în centrul acesteia – **noduli terminali şi central**; între noduli prezintă o deschidere, numită **rafă**, cu structură extrem de variată. Cea mai răspândită este rafa de tip *Navicula* care în secţiune transversală are aspectul literei V, culcat. Formele cu rafă prezintă mişcări active, sacadate, se târăsc pe substrat şi sunt considerate bentonice.

Organizarea generală a **protoplastului** la diatomee este relativ uniformă şi totodată similară cu cea de la crizofite. Totuşi există unele diferenţe la grupele mari. Diatomeele centrice au de obicei o vacuolă centrală mare, celelalte organite fiind periferice. La diatomeele penate partea centrală a celulei este ocupată de nucleu, vacuolele sunt mai mici şi au o poziţie polară. Nucleul diploid, dictiozomii, precum şi corpii fizoizi se găsesc într-un cordon plasmatic central,

care, împreună cu citoplasma periferică, delimitează de obicei două vacuole mari. În citoplasma periferică se găsesc **cloroplastele** de culoare brună. Forma, numărul şi poziţia lor este considerabil variabilă. Cele mai răspândite cloroplaste sunt discoidale sau bandiforme, dispuse parietal. Pe lângă învelişul dublu membranar plastiadial, cloroplastele sunt învelite de RE plastidial a cărui membrană externă se continuă cu membrana externă a învelişului nuclear. Lamelele fotosintetice 3-tilacoidale sunt înconjurate de o lamelă circulară. În interiorul lamelei periferice există un genofor circular. La unele specii cloroplastele au pirenoizi interni, mai mult sau mai puţin poziţionaţi central (Dragoş et al. 1997).

Cloroplastele diatomeelor au **4 tipuri de clorofile**: a, c_1, c_2 şi c_3. Clorofilele a şi c_2 sunt prezente la toate speciile, în timp ce clorofila c_1 este împreună cu c_2 la 88% dintre ele. De obicei, unde clorofila c_1 este absentă sau sunt doar urme, aceasta este înlocuită de clorofila c_3. Clorofila c_3 a fost, de asemenea, identificată la unele primnesiofite şi la o crizofită. La o singură specie (*Nitzchia bilobata*) toate cele trei clorofile c au fost găsite împreună cu clorofila a. Cloroplastele conţin de asemenea β-caroten, care este pigmentul principal, şi unele xantofile: fucoxantina, diatoxantina şi diadinoxantina. Fucoxantina conferă celulelor diferite nuanţe de brun.

Unele diatomee sunt apoclorotice, ele conţinând în celule plastide nediferenţiate, cloroplaste imature cu un sistem primitiv de membrane lipsite de pigmenţi.

Produsul de asimilaţie este **crizolaminarina**. La diatomee acest polizaharid constă în unităţi de β-1,3 şi β-1,6 glucoză în raport de 1:11, cu un înalt grad de polimerizare, de aproape 21 de resturi de glucoză / unitate. **Picăturile lipidice** sunt, de asemenea, frecvente în celulele diatomeelor. Acestea sunt şi cele care asigură flotabilitaea celulelor de diatomee.

Multe diatomee secretă la exteriorul celulei mucilagii prin intermediul cărora aderă la substrat sau între ele formând colonii.

Înmulţirea se realizează prin diviziuni mitotice, după un plan paralel cu valvele şi perpendicular pe pleure (Fig. 28). Înainte de diviziune protoplastul se măreşte, tecile se îndepărtează puţin, apoi nucleul şi citoplasma se divid. Celulele fiice preiau tecile celulei mamă, câte una de fiecare. Acestea devin întotdeauna epiteci şi îşi elaborează câte o tecă nouă, hipoteca. Celulele rezultate au dimensiuni diferite, una este la fel de mare ca şi celula mamă, a doua este ceva mai mică. Urmare a diviziunilor repetate, o parte din indivizii unei populaţii şi anume aceia care preiau constant hipoteca celulei mamă, au dimensiuni din ce în ce mai mici. În cazul speciilor apomictice, când au atins dimensiunea minimă, celulele se transformă în **auxospori** prin intermediul cărora se ajunge din nou la dimensiunile iniţiale, aceştia având capacitatea de a creşte. În cazul speciilor amfimictice, când se ajunge la dimensiunea minimă se declanşează procesul de reproducere sexuată. Celulele suferă un proces de meioză, unele dând naştere la 4–16 gameţi masculini, altele la gameţi feminini. După fertilizare zigotul (**auxozigot**) creşte, apoi se înconjură cu un perete celular gros, diferit de cel al

celulelor vegetative. În final germinează şi ciclul se reia. Reproducerea sexuată poate fi izo, anizo- sau oogamie. Ciclul de dezvoltare este monogenetic diplofazic.

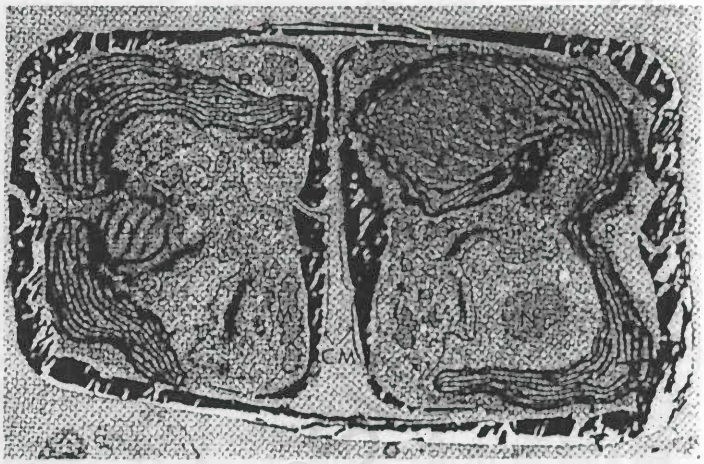


Fig. 28. Bacillariophyta – celulă în timpul diviziunii (după Strasburger et al. 1998, p. 599)

Ca răspuns la deficitul de azot, multe diatomee generează forme de rezistență (chişti, spori) care pot supraviețui în sedimentele bentale până ce condițiile se îmbunătățesc (Hausmann et al. 2003). Chiştii sunt asemănători celulelor vegetative, în timp ce sporii au frustule mult mai groase, uneori rotunjite şi cu ornamentații mult mai elaborate decât ale celulelor vegetative aparținând aceleiaşi specii. Diatomeele de apă dulce şi penatele marine produc chişti, iar diatomeele centrice marine produc spori. Pentru a se ajunge de la stadiul de spori sau chişti la celule vegetative cu frustule normale sunt necesare două diviziuni mitotice (Graham & Wilcox 2000).

Clasificare, reprezentanți

Cele 10000–12000 de specii de diatomee (Graham & Wilcox 2000) sunt grupate într-o singură clasă – **BACILLARIOPHYCEAE** – cu două subclase: Centrobacillariophycidae (Centricae) şi Pennatobacillariophycidae (Pennatae).

Centrobacillariophycidae reuneşte diatomee cu simetrie radiară, valve cu ornamentații dispuse radiar sau concentric, lipsite de rafă, cu numeroşi cromatofori discoidali, dispuşi parietal.

Ordinul **Coscinodiscales** este caracterizat de celule cu valve circulare sau eliptice.

Melosira (Coscinodiscaceae) cuprinde specii frecvente în ape dulci şi sărate. Prezintă catene lungi, filamentoase, în care celulele stau alipite prin valvele lor. *Melosira varians* trăieşte în ape oligotrofe; vegetează adesea în rezervoarele cu apă descoperite provocând mirosul neplăcut al apei. *Melosira arenaria* trăieşte pe stânci umede.

Cyclotella cuprinde în principal specii planctonice marine solitare, caracterizate de valve striate periferic. *Cyclotella comata* şi *C. stelligera* sunt dulcicole.

Coscinodiscus, cu circa 400 specii marine şi de apă dulce, prezintă valve circulare sau eliptice, areolate sau cu veruculi (Fig. 29 H).

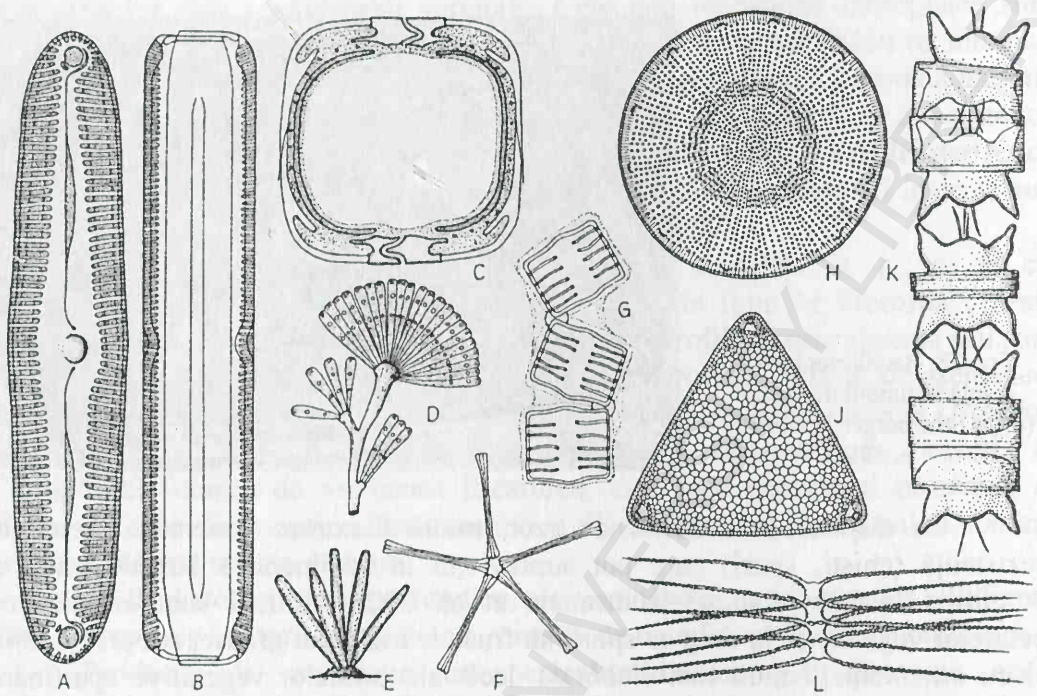


Fig. 29. Bacillariophyta – reprezentanţi: A. *Pinnularia viridis* – vedere valvară, B. *Pinnularia viridis* – vedere pleurală, C. *Pinnularia viridis* – secţiune transversală, D. *Lycmophora flabellata*, E. *Synedra gracilis*, F. *Asterionella formosa*, G. *Tabellaria flocculosa*, H. *Coscinodiscus pantocseki*, J. *Triceratium distinctum*, K. *Biddulphia aurita*, L. *Chaetoceros castracanei* (după Strasburger et al. 1978, p. 557)

Ordinul **Rhizosoleniales** grupează specii preponderent marine, cu celule lungi şi numeroase copule.

Rhizosolenia alata vegetează în Marea Nordului; *R. longiseta* vegetează în ape dulci. Speciile genului *Rhizosolenia* pot fi solitare sau coloniale. Se remarcă prin celule foarte lungi, cu teci slab mineralizate. Valvele sunt mici şi ornamentate cu câte un spin care este deschis la vârf (Graham & Wilcox 2000).

Ordinul **Biddulphiales** se caracterizează prin reprezentanţi care au proeminenţe mari sau apendici, sete, pe teci (Fig. 29 K, L).

Chaetoceros holsaticus este foarte frecvent în fitoplanctonul marin, caracterizat prin celule cu 4 apendici lungi, reunite în catene.

Biddulphia pulchella este răspândită în Oceanul Atlantic. Frecvent se prezintă sub formă de colonii filamentoase ataşate de substrat.

Pennatobacillariophycidae reuneşte diatomee alungite, bipolare, izo-, rar heteropolare, cu simetrie bilaterală după axa longitudinală indicată de o pseudorafă sau rafă. Clasificarea penatelor se face în funcţie de rafă.

Ordinul **Fragilariales (Araphidales)** cuprinde diatomee cu simetrie bilaterală, dar lipsite complet de rafă. Menționăm câțiva reprezentanți (Fig. 29 E, F, D):

Diatoma hiemale, specie colonială, vegetează în ape curate.

Fragilaria virescens, specie colonială, este foarte frecventă primăvara.

Synedra reuneşte specii solitare, libere sau fixate, care trăiesc în ape dulci sau sărate.

Asterionella formosa, formează colonii stelate. Este frecventă în lacuri.

Lycmophora flabellata, specie marină, cu celule heteropolare, alcătuind colonii în formă de evantai.

Ordinul **Eunotiales (Raphidioidales)** reuneşte specii cu rafă rudimentară.

Genul *Eunotia* are aproximativ 100 de specii dulcicole.

Ordinul **Achnantales (Monoraphidales)** grupează specii cu o singură rafă, situată de obicei pe hipovalvă.

Achnanthes lanceolata este specie dulcicolă.

Cocconeis cuprinde specii marine şi dulcicole fixate pe suprafața plantelor submerse sau pe alte substraturi. Celulele au valvele ovale.

Ordinul **Naviculales (Biraphidales)** cuprinde specii cu rafă pe ambele valve.

Genul *Navicula* (Naviculaceae) are circa 2000 de specii marine şi dulcicole, fiind astfel cel mai bogat gen dintre diatomee. Celula este simetrică şi rafa dreaptă. Valvele au formă de navă. Unele specii ale genului trăiesc în zone polare. *Navicula thallodes* are talul colonial, de aspect bandiform, cu lungimea de până la 50 cm, fiind astfel cel mai lung tal cunoscut în rândul diatomeelor (Graham & Wilcox 2000).

Pinnularia (Naviculaceae) grupează specii de apă dulce şi mai puțin marine. Valva este alungit-ovală, iar rafa liniară (Fig. 29 A-C).

Pleurosigma (Naviculaceae) prezintă ornamentații dispuse în trei direcții perpendiculare, însuşire care-i conferă valoarea de test pentru verificarea clarității lentilelor microscopice.

Cymbella lanceolata (Cymbellaceae) formează colonii la capătul unor pedunculi gelatinoşi. Vegetează în masă pe substrat submers. Rafa este curbată, iar valvele sunt bilateral asimetrice.

Gomphonema (Cymbellaceae) prezintă celulă heteropolară, cu aspect de sticlă în vedere valvară. Celulele sunt ataşate de substrat direct sau prin intermediul unor pedunculi gelatinoşi.

Nitzschia (Bacillariaceae) cuprinde specii cu celule liniare atât din vedere pleurală cât şi valvară. Rafele sunt situate marginal şi totdeauna de aceeaşi parte a frustulei.

Bacillaria paradoxa (Bacillariaceae), formă colonială, este prima specie identificată, aleasă ca tip taxonomic pentru încrengătură.

Genul *Campylodiscus* (Surirellaceae) are specii marine cu celula în formă de şa.

Cymatopleura (Surirellaceae) are formă de arahidă. Prezintă un tip de rafă particular aflată de-a lungul circumferinței valvei. Fețele valvelor sunt ondulate.

Răspândire, ecologie

Diatomeele sunt răspândite pe tot globul vegetând în toate tipurile de biotopuri acvatice: în mări, în ape dulci şi salmastre, reci sau termale, sau pur şi simplu în locuri umede (ziduri, stânci, sol etc.). Formele fără rafă intră în componența fitoplanctonului marin, unde dețin un procent de participare ridicat alături de dinofite şi cocolitoforale, precum şi în al apelor dulci, multe specii prezentând adaptări morfologice speciale (apendici sau colonii cu aspect variat). Formele cu rafă trăiesc preponderent pe fundul apelor. În zonele temperate diatomeele abundă în special primăvara şi toamna, când temperatura este mai scăzută. În sol trăiesc mai ales diatomee cu simetrie bilaterală, până la adâncimea de câțiva centimetri. În climatul tropical diatomeele epifite vegetează împreună cu cianofitele, care le-ar furniza azot molecular. În Antarctica diatomeele produc înfloriri puternice care primăvara şi vara colorează gheața în brun. Mai mult, aceste diatomee generează cantități importante de dimetilsulfidă care influențează circuitul global al sulfului (Graham & Wilcox 2000).

Unele diatomee sunt auxotrofe. *Nitzchia purida*, fixată în substratul gelatinos de la suprafața talului speciilor de *Fucus*, este saprofită şi se dezvoltă în masă dacă talul este depozitat în spații închise, cu umiditate mare. Alte diatomee, lipsite de frustule distinctive, trăiesc ca endosimbionte obligate în protiste marine sau țesuturile unor metazoare. Impreună cu dinoflageletele endosimbionte sunt cunoscute sub numele de zooxantele şi joacă un rol important în procesul de calcifiere al scoicilor (Hausmann et al. 2003)

Unele diatomee (*Pseudonitzschia*, *Chaetoceros*) produc toxine care afectează animalele marine şi, indirect, omul prin acumularea lor în lanțurile trofice.

Importanță

Diatomeele se numără printre cele mai importante organisme acvatice fotosintetizante, având astfel o contribuție semnificativă la productivitatea primară globală. Numeroase specii sunt bioindicatori pentru recunoaşterea gradului de poluare şi a altor atribute chimice şi fizice ale mediului de viață. Prin procentul ridicat de participare, diatomeele au o importanță majoră în viața ecosistemelor acvatice.

Datorită peretelui celular mineralizat au valoare litogenă. După moartea celulei, tecile se depun formând în decursul timpului sedimente de diatomit (chiselgur, pământel, făina de diatomee). La noi în țară s-a exploatat diatomit la Buzău şi în Dobrogea. Din diatomit se fabrică materiale abrazive, filtrante sau materiale izolante.

Datorită structurii lor fine, a ornamentațiilor foarte precise, diatomeele se folosesc în microscopie pentru verificarea clarității lentilelor.

V.2.1.9. Încrengătura Xanthophyta (Alge galben-verzui)

Caracterizare generală

Xantofitele sunt alge galben-verzui, microscopice, rar macroscopice. Datorită culorii lor au fost confundate cu speciile cocoide ale clorofitelor. Se cunosc peste 600 de specii de xantofite (Nabors 2004, Graham & Wilcox 2000).

Au tal variabil: monadal (*Heterochloris mutabilis*), cocal (*Chloroidella*, *Characiopsis*, *Ophiocytium maximum*), rhizopodial (*Rhizochloris stigmatica*), plasmodial (*Myxochloris sphagnicola*), palmeloid (*Heterogloea*, *Helminthoglea*, *Malleodendron gloeopus*), filamentos neramificat (*Tribonema*, *Heterothrix*), filamentos ramificat (*Aeronemum*, *Heterococcus*), sifonal (cenocitic) (*Botrydium*, *Vaucheria*).

Deşi grupul include numeroase genuri şi specii, doar puțini reprezentanți au fost studiați în ceea ce priveşte organizarea celulară şi chimismul. Prezintă unele similitudini cu crizofitele, dar şi deosebiri evidente.

Peretele celular al xantofitelor constă în substanțe celulozice şi pectice. Uneori este impregnat cu siliciu. La unele specii, atât cocoide cât şi filamentoase, peretele celular constă din două jumătăți egale sau inegale, suprapuse. La *Ophiocytium* peretele celular este format din două piese inegale: o calotă şi o porțiune bazală tubulară. În timpul creşterii peretelui celular, prima piesă nu îşi schimă mărimea, în timp ce cea de-a doua se alungeşte. În zona de suprapunere cele două piese sunt mai subțiri şi există substanțe care le cimentează între ele. *Tribonema* are talul format din filamente uniseriale neramificate. Când filamentele disociază, peretele celular se detaşează în piese de forma literei H (Fig. 30). În timpul diviziunii celulare, o nouă piesă în H este formată pentru a separa cele două celule fiice.

Fig. 30. *Tribonema* sp. – filament alcătuit din celule ai căror pereți au aspectul literei „H" (după Strasburger et al. 1978, p. 561)

Xantofitele mobile în stadiul vegetativ sunt relativ puține. Celulele lor sunt nude şi mobilitatea lor este dată fie de mişcările flagelare sau amoeboidale, fie de ambele. Cele mai multe specii au în ciclul de viață forme flagelate (zoosporii sau gameții). Atât formele vegetative, cât şi zoosporii sunt **biflagelate**; flagelii sunt inegali, inserați subapical sau ventral. Flagelul lung este totdeauna orientat înainte şi poartă mastigoneme tubulare tripartite, aparent aranjate bilateral (flagel pantonematic). Flagelul scurt este neted şi direcționat posterior sau lateral. Un **kinetozom** este observat unde flagelul scurt trece peste stigmă.

Xantofitele au de obicei **un singur cloroplast**. Lamelele fotosintetice sunt alcătuite din câte trei tilacoide. Exceptând unele specii, la periferia fiecărui cloroplast **există o lamelă circulară** alcătuită din trei tilacoide. Pirenoizii pot fi proeminenți pe fața internă a cloroplastului sau pot fi înconjurați de benzi

fotosintetice. Cloroplastele sunt înconjurate de două membrane ale RE plastidial. Cea externă se continuă totdeauna cu membrana externă a învelişului nuclear.

Formele mobile sunt caracterizate de o **stigmă intraplastidială** constând dintr-un strat de picături lipidice localizate sub învelişul plastidial, în partea sa anterioară.

Cloroplastele xantofitelor conţin **clorofila a**. Clorofila c a fost relatată doar de la unele specii. Pigmenţii carotenoizi majori sunt: diadinoxantina, heteroxantina, vaucheriaxantina. Fucoxantina lipseşte complet, ceea ce le deosebeşte clar de crizofite.

Produşii de asimilaţie ai xantofitelor variază de la compuşi cu greutate moleculară mică (manitol, glucoză) acumulaţi în plastide până la grăsimi şi paramilon stocaţi în afara plastidelor. Crizolaminarina este în cantitate redusă

În parietoplasmă sau în plasma perinucleară se află corpi fizoizi, echivalenţi ai corpilor muciferi de la crizofite.

Celula xantofitelor poate fi mono- sau polienergidă.

Înmulţirea vegetativă se realizează prin diviziune directă sau, la formele pluricelulare, prin fragmentarea talului. Asexuat xantofitele se înmulţesc prin zoospori. Înmulţirea sexuată se realizează prin izo- sau oogamie, dar aceasta nu este descrisă decât pentru câteva genuri. La *Vaucheria*, gametocistul masculin apare la capătul unei ramificaţii a talului cenocitic, prin formarea unui perete celular. În jurul fiecărui nucleu se organizează protoplasma şi se formează câte doi flageli astfel încât se individualizează celule care nu sunt altceva decât gameţii masculini. Aceştia sunt eliberaţi prin ruperea peretelui celular parental. Gametul feminin (oosfera) se formează într-o proeminenţă care apare pe suprafaţa talului (gametocist feminin). După fertilizare zigotul se înconjură cu un perete celular gros şi se desprinde de talul parental. După o perioadă de repaus suferă o diviziune meiotică şi germinează formând un nou tal cenocitic (sifonal). Ciclul de viaţă este monogenetic haplofazic.

Clasificare şi reprezentanţi

Încrengătura cuprinde o singură clasă, **Xanthophyceae** sau *Tribophycaeae*. Acest ultim nume este cel corect dacă am ţine cont de recomandările Codului Internaţional de Nomenclatură Botanică în conformitate cu care numirea unei clase se face pornind de la un gen reprezentativ, în cazul acesta *Tribonema*. Având însă în vedere că numele de **Xanthophyceae** a intrat în uz de foarte mult timp, îl folosim pe acesta. În funcţie de modul de organizare al talului se disting 6 ordine:

Ordinul **Heterochloridales** grupează specii monadoide (ex. *Heterochloris mutabilis*).

Ordinul **Rhizochloridales** cuprinde specii rizopodiale şi plasmopodiale. *Rhizochloris stigmatica* trăieşte în iazuri, iar *Myxochloris sphagnicola* în hidrocitele muşchiului *Sphagnum*.

Ordinul **Heterogloeales** cuprinde specii cu tal palmeloid, având aspect nedefinit (*Heterogloea*), ramificat (*Helminthogloea ramosa*) sau dendroid (*Malleodendron gloeopus*).

Ordinul **Heterococcales** (Mischococcales) cuprinde specii asemănătoare clorococalelor, cu care s-au putut stabili şi perechi: *Chloroidella – Chlorella*, *Characiopsis – Characium* etc. Speciile genului *Ophiocytium* au celulele alungite, drepte, curbate sau spiralat răsucite, uneori cu spini la capăt. Celulele sunt ataşate de substrat printr-un mic peduncul. Peretele celular este alcătuit din două părți inegale, cea apicală fiind mai mică, asemănătoare unui opercul.

Ordinul **Heterotrichales** (Tribonemales) reuneşte forme filamentoase, având celule uninucleate. Tipul taxonomic al ordinului este *Tribonema*. Speciile acestui gen prezintă filamente simple, alcătuite din celule având pereți celulari cu „piese în H". Trăiesc în ape liniştite şi sunt mai abundente în sezonul rece.

Ordinul **Heterosiphonales** (Vaucheriales, Botrydiales) reuneşte specii macrofite cu tal verde, sifonal. Reprezentative sunt genurile *Vaucheria* şi *Botrydium* (Fig. 31). *Vaucheria* prezintă un tal tubular cenocitic, ramificat, de dimensiuni mari. Adesea formează mase extinse de culoare verde închis pe sol, nisip etc. *Botrydium* prezintă un tal veziculos fixat în sol prin rizoizi puternic ramificați. *Botrydium granulatum* creşte în soluri inundabile.

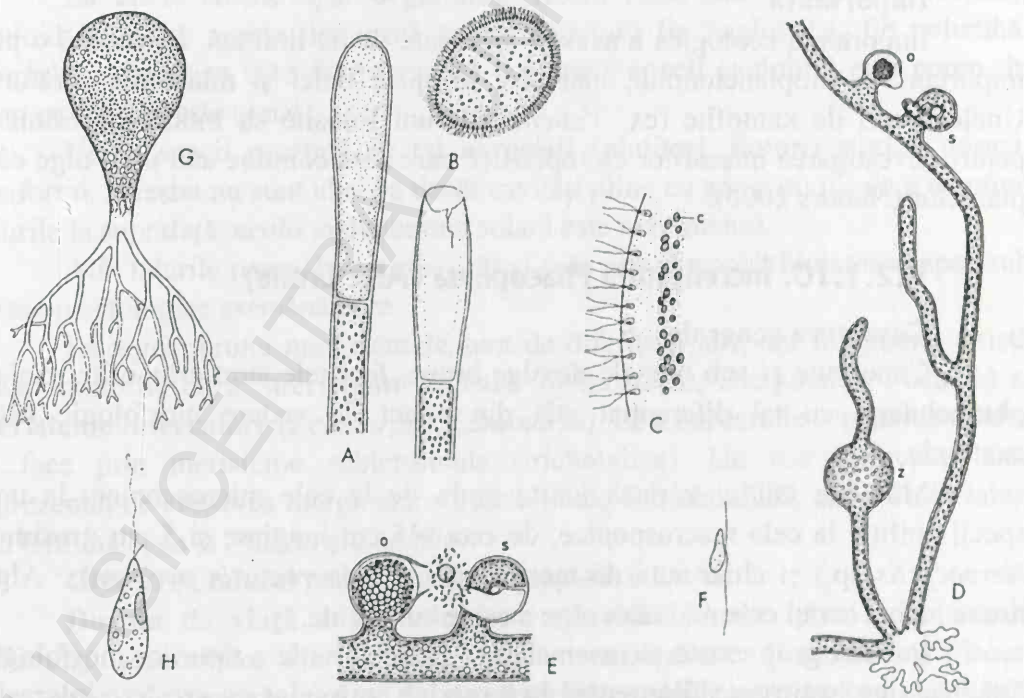


Fig. 31. Xanthophyta – reprezentanți: A – F. *Vaucheria* sp. (A. formarea sporocistului, B. eliberarea sinzoosporilor, C. periferia unui sinzoopsor, D. tal cu rizoid şi gametocişti, E. eliberarea gameților masculini, F. gamet masculin; G-H. *Botrydium granulatum*, G. Talul, H. Zoospor (după Strasburger et al. 1998, p. 594)

BCU IAŞI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Răspândire, ecologie

Algele galben-verzui sunt răspândite în toate regiunile geografice, în diferite tipuri de biotopuri acvatice. Sunt dominante formele dulcicole, atât bentonice cât şi planctonice. Numeroase specii sunt edafice, fie epigeige, fie hipogeice. Din prima categorie menționăm pe *Botrydium* sp. şi *Vaucheria* sp., iar din a doua pe *Heterothrix* sp. Unele specii sunt aerofite. Menționăm aici pe *Aeronemum polymorphum*.

Unul din factorii care influențează prezența sau absența unei xantofite într-un mediu este temperatura. Astfel, unele specii ale genului *Tribonema* vegetează în ape reci (*Tribonema viridis* chiar sub gheață), în timp ce altele preferă apele calde.

Reacția solului este un alt factor care poate influența prezența unor xantofile în diferite medii. Speciile genului *Vaucheria* sunt calcifile, în timp ce *Myxochloris sphagnicola* este acidofilă.

Unele xantofite trăiesc în ape oligotrofe (*Myxochloris sphagnicola*), alte trăiesc în ape eutrofe (*Ophiocytium parvulum*), constituind indicatori pentru gradul de poluare al apelor.

Importanță

Importanța ecologică a acestor alge pare să fie limitată. Formează o parte importantă a fitoplanctonului, mai ales în apele dulci şi mlaştinile sărăturate. Unele specii de xantofite (ex. *Vaucheria*) sunt folosite ca model experimental pentru investigarea mişcărilor cloroplastice care sunt comune atât unor alge cât şi plantelor (Nabors 2000).

V.2.1.10. Încrengătura Phaeophyta (Alge brune)

Caractere generale

Cunoscute şi sub numele de alge brune, feofitele sunt cromofite exclusiv pluricelulare, cu tal diferențiat atât din punct de vedere morfologic cât şi anatomic.

Mărimea talului variază foarte mult, de la cele microscopice, la unele specii epifite, la cele macrospopice, de zeci (45 cm lungime şi 5 cm grosime la *Nereocystis* sp.) şi chiar sute de metri lungime (*Macrocystis pyrifera*). Algele brune includ astfel cele mai mari alge marine cunoscute.

În acest grup există, de asemenea, o mare variație a tipurilor morfologice. Cel mai simplu tip este **filamentul heterotrich uniseriat** cu creştere intercalară (ex. *Ectocarpus*). Un astfel de tal este format de filamente ortotrope ramificate şi neramificate care emerg de pe un filament plagiotrop. Taluri mult mai complexe, **pseudoparenchimatoase** şi **parenchimatoase**, se dezvoltă de la acest

tal simplu. Cel pseudoparenchimatos este o grupare de filamente agregate împreună de un mucilagiu. Prin creşterea apicală sau intercalară a filamentelor pot rezulta taluri multiaxiale ramificate, lamelare etc. Talurile parenchimatoase se găsesc la cele mai multe forme evoluate în care diviziunile celulare au loc în diferite planuri, la nivelul meristemului.

Talurile parenchimatoase pot fi lamelare (foliacee) ca la *Dictyota*, sau tubulare, ca la *Chorda* şi *Scytosiphon*. În cazul unor astfel de taluri se constată şi o diferenţiere tisulară:

- epidermoid – cu rol protector;
- scoarţă (cortex) – cu rol în susţinerea talului şi în asimilaţie. Acesta este alcătuit din celule mici, izodiametrice, cu perete celular relativ gros şi bogate în cloroplaste. În cortex se diferenţiază un ţesut secretor reprezentat prin canale cu mucus elaborat de celulele care-l înconjură, celule dispuse în cerc (Pop et al. 1983).
- măduvă (medulla) – cu rol în conducere şi în depozitare. Se diferenţiază astfel un ţesut conducător primitiv alcătuit din celule alungite cu pereţi terminali ciuruiţi (tuburi ciuruite). Celulele cu funcţie de înmagazinare sunt dispuse spre periferia măduvei.

La unele feofite apar **organoide**: rizoid (disc sau crampon ramificat), cauloid şi filoid, acesta din urmă având structură fie haplostihă, fie polistihă. Morfologia acestora este foarte variată. La unele specii cauloidul este peren, în timp ce filoidul este anual.

Unele specii prezintă pe tal **aerocişti** (plutitori, flotori) sferici, ovoizi, fusiformi. Aceştia nu sunt altceva decât cavităţi pline cu aer şi au rol de a menţine talurile la suprafaţă, acolo unde lumina solară este mai intensă.

Atât talurile parenchimatoase, cât şi cele pseudoparenchimatoase apar sub forme morfologice asemănătoare.

La algele brune **meristemele** sunt de diferite tipuri, dar în general există două forme de bază: **meristeme apicale** (*Sphacelaria*, Dictyotales, Fucales) şi **meristeme intercalare** (*Ectocarpus*, *Laminaria*). La Chordariales creşterea talului se face prin meristeme subterminale (trichotalice). Un caz particular este reprezentat de creşterea marginală. Aceasta poate fi trichotalică, ca la Cutleriales, sau terminală, ca la *Padina* şi *Zonaria*.

Creşterea talului poate fi destul de rapidă: 6 cm/zi.

Durata de viaţă a feofitelor este variabilă. Unele specii sunt anuale (*Chorda*, *Saccorhiza*, *Nereocystis*), altele sunt perene (*Laminaria*, *Fucus*, *Cystoseira*). *Cystoseira barbata* se numără printre algele care au cea mai lungă viaţă (18–20 ani).

Cu excepţia celulelor nude ale formelor reproducătoare (zoospori şi gameţi), celulele algelor brune au **perete celular** de tip **polizaharidic**. La foarte

puține specii peretele celular poate suferi un proces de calcifiere prin depozitarea unor cristale aciforme de $CaCO_3$ (aragonit) (*Padina pavonica*). In general, peretele celular conține o proporție scăzută de **celuloză** (frecvent între 1,5 şi 7%). **Acidul alginic** este componenta majoră atât a peretelui celular cât şi a mucilagiului intercelular şi a cuticulei algelor brune. La *Ascophyllum* sp. acidul alginic reprezintă până la 24% din masa sa uscată (Mauseth 2003). În pereții celulari ai algelor brune acidul alginic joacă rol atât structural, cât şi în schimburile ionice. Datorită proprietăților de gelificare, emulsifiere şi stabilizare, sărurile acidului alginic (alginații) se folosesc în industria alimentară. Pe lângă acidul alginic, în peretele celular al algelor brune există **polizaharide sulfatate** numite fucoidani. Aceştia conferă talului caracter mucilaginos, împiedicând astfel uscarea în timpul emersiunilor. Sinteza fucoidanilor şi a acizilor alginici are loc în complexele Golgi. Pereții celulari ai algelor brune parenchimatoase sunt traversați de plasmodesme sau pori.

Zoosporii şi gameții sunt singurele **stadii flagelate**, algele brune neavând stadii vegetative mobile. Orice stadiu flagelat are 2 flageli inserați lateral, inegali. De obicei flagelul mai lung este direcționat înainte, iar cel scurt înapoi. Flagelul anterior poartă mastigoneme, în timp ce cel posterior este neted. Anterozoidul de la Fucales este o excepție, flagelul anterior fiind mai scurt. Mastigonemele au o structură tripartită, partea distală fiind tubulară. Ele sunt sintetizate în cisterne perinucleare şi purtate de vezicule până la bazele flagelare. Flagelul posterior poartă un **blefaroplast** care se află într-o depresiune a celulei, chiar deasupra stigmei.

Stigma este intraplastidială. Ea constă în numeroase picături situate în treimea anterioară a cloroplastului, chiar sub învelişul său.

Numărul **cloroplastelor** din celulele algelor brune variază de la o specie la alta. Frecvent există numeroase cloroplaste în celulă. Ele pot fi discoidale, plate, bandiforme, ramificate sau, mai rar, stelate în aparență. Tilacoidele sunt asociate câte trei formând benzi sau lamele fotosintetizante. O bandă periferică formează o lamelă de centură caracteristică, găsită şi la alte grupe algale. Cloroplastele sunt separate de citosol prin 4 membrane: 2 membrane ale învelişului cloroplastic şi 2 membrane ale REP. În general REP este conectat la învelişul nuclear, membrana sa externă fiind continuă cu membrana externă a învelişului nuclear. **ADN**-ul **plastidial** a fost studiat la câteva specii. La *Sphacelaria* fibrilele de ADN par să fie ataşate de suprafața internă a lamelei de centură formând un genofor inelar. În funcție de specie, cloroplastele pot avea sau nu **pirenoizi**. Pirenoidul este de tip pedicelat, proeminent pe fața internă a cloroplastului şi matricea sa nu este traversată de tilacoide.

În cloroplastele algelor brune au fost identificate **clorofilele a** şi **c** (c1 şi c2), **β-caroten** şi câteva xantofile (fucoxantina, violaxantina, diatoxantina).

Dominantă este **fucoxantina** care contribuie în mare măsură la culoarea specifică talului.

Produsul de asimilație al algelor brune este **laminarina**, o polizaharidă ramificată solubilă formată dintr-un număr variabil de β-1, 3- și β-1,6-glucani. Un rol important este jucat, de asemenea, de unele molecule mici rezultate din fotosinteză: **manitol**, **sucroză** și **glicerol**. Cel mai important este manitolul, ubicvist la feofite, care poate fi stocat în cantitate mare în celule (maximum 25% din masa uscată). În țesutul asimilator și în sporociștii tineri apar ca produși de asimilație **picături lipidice**.

Celulele algelor brune mai conțin:

- Iod – *Dictyopteris*, *Fucus*, *Cystoseira*;
- Vitamine – B2 (*Fucus vesiculosus*), B12 (*Laminaria saccharina*), C (*Laminaria* sp., *Fucus vesiculosus*), PP (niacina) (*Laminaria hyperborea*, *Fucus serratus*, *Ascophyllum nodosum*).

Încă de la începutul secolului al XX-lea a fost demonstrată prezența taninurilor și fenolilor în celulele algelor brune. Acestea sunt localizate în vacuole acide numite **fisode**. Taninurile feofitelor (**fucosani**) sunt complexe non-glicozidice, dizolvate în soluții vacuolare. Ele oxidează ușor în aer formând **ficofeina**, un pigment brun sau negru care dă culoare închisă talurilor, inclusiv celor uscate. Rolul biologic al fucosanilor nu este încă deplin înțeles, dar se speculează că ei pot fi implicați în reglementarea numărului de epifite care trăiesc pe planta gazdă (Dragoș et al. 1997) sau în protejarea talului împotriva radiațiilor solare (Graham & Wilcox 2000). Fisodele se întâlnesc mai frecvent în celulele meristemelor de asimilație și de reproducere.

Celulele algelor brune sunt **uninucleate** și prezintă un număr variabil de cromatofori (8–32).

Înmulțirea vegetativă se realizează prin fragmente de tal sau prin propagule. Înmulțirea asexuată se realizează fie prin zoospori, fie prin aplanospori. Inmulțirea sexuată poate fi izo-, anizo- sau oogamie. Fecundația se desfășoară în apă. Gametociștii au o organizare unică în rândul algelor. Ei sunt pluriloculari, în fiecare locul diferențiindu-se un gamet. În momentul dispersiei gameților pereții loculilor se disociază. În cadrul încrengăturii, ciclul de viață este variabil: digenetic izomorf, digenetic heteromorf, monogenetic diplofazic.

Clasificare, reprezentanți

Pe baza ciclului de viață caracteristic (Fig. 32), algele brune sunt grupate în trei clase: Phaeophyceae (Isogeneratae), Laminariophyceae (Heterogeneratae) și Fucophyceae (Cyclosporeae).

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

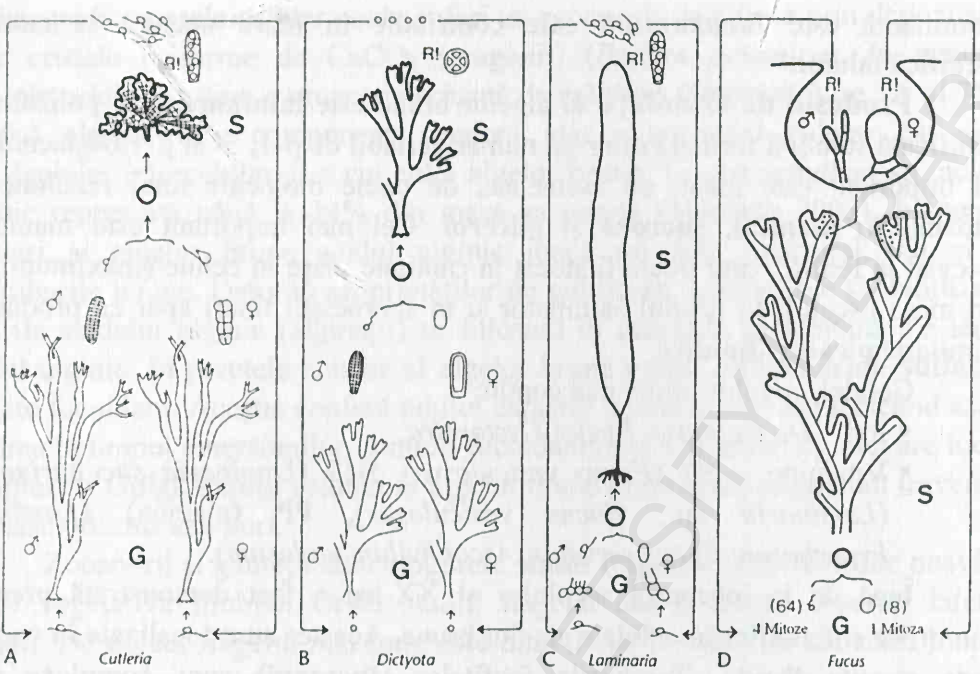


Fig. 32. Phaeophyta – ciclurile de viaţă caracteristice: *Cutleria* sp. – digenetic izomorf cu anizogamie, *Dictyota* sp. – digenetic izomorf cu oogamie, *Laminaria* sp. – digenetic heteromorf cu oogamie, *Fucus* sp. – monogenetic cu oogamie (după Strasburger et al. 1998, p. 607)

CLASA **PHAEOPHYCEAE** cuprinde specii cu ciclul digenetic izomorf.

Ordinul **Ectocarpales** cuprinde feoficee cu structură simplă, talul lor fiind filamentos ramificat sau neramificat. La *Ectocarpus* talul este heterotrich, cu creştere intercalară. Înmulţirea sexuată este izogamie, gameţii formându-se în gametocişti pluriloculari izomorfi. Meiosporocistii sunt întotdeauna uniloculari. Speciile genului *Ectocarpus* sunt larg răspândite şi cresc fixate pe roci sau alge mai mari. *Streblonema* este un alt gen al ordinului Ectocarpales, gen care cuprinde specii endofite. Acestea trăiesc în spaţiile intercelulare ale talurilor unor alge precum *Macrocystis*, *Undaria*, *Grateloupia*.

Ordinul **Sphacelariales** cuprinde feoficee care se remarcă prin creştere terminală şi prin structură polistichă. Sfacelarialele cresc pe roci, pe alte alge sau ca endofite. *Sphacelaria cirrhosa* este epifită pe alga brună *Cystoseira*.

Ordinul **Dictyotales** cuprinde forme polistihe cu creştere terminală sau marginală. Sporii nu sunt flagelaţi la dictiotale, iar gameţii masculini sunt uniflagelaţi. *Dictyota dichotoma* prezintă tal lamelar, bandiform, dichotomic ramificat, cu creştere terminală printr-o celulă iniţială monovalentă. Gametofiţii sunt dioici, taluri diferite purtând fiecare din cele două tipuri de gametangi. Gametangii masculini sunt pluriloculari, în timp ce cei feminini sunt uniloculari, fiecare conţinând o singură oosferă. Sporofiţii produc sporocişti uniloculari, conţinând fiecare patru meiospori neflagelaţi. Doi dintre ei vor forma prin germinare gametofiţi masculini, iar doi vor

forma gametofiți feminini. *Padina pavonica* are tal în formă de evantai, cu creștere marginală. Pereții celulari sunt puternic impregnați cu $CaCO_3$. Ambele specii cresc în Marea Mediterană, în ape puțin adânci.

CLASA **LAMINARIOPHYCEAE** cuprinde feofite cu ciclu digenetic heteromorf.

Ordinul **Laminariales** (Fig. 33) cuprinde alge cu tal diferențiat în rizoid, cauloid și filoid. Structural prezintă un meristem intercalar, aflat la joncțiunea dintre cauloid și filoid, care asigură refacerea anuală a talului. Rizoidul (crampon) este o structură ramificată formată dintr-un țesut îngroșat numit **haptera** (Graham & Wilcox 2000). Flotorii pot fi situați lateral față de cauloid sau la baza filoidului. Reproducerea este o oogamie. Gametofitul prezintă dimorfism sexual. Cel masculin este alcătuit din celule mici și este bogat ramificat, cel feminin este alcătuit din celule mai mari și este mai puțin ramificat. *Laminaria saccharina* prezintă un filoid bandiform, de 1 m lungime și 5–15 cm lățime. Este una dintre algele care se consumă în stare proaspătă. *Macrocystis pyrifera* este o algă uriașă, puternic ramificată, atingând până la 200 m lungime și circa 40 kg greutate. Este răspândită în Oceanul Pacific și se remarcă prin prezența plutitorilor la baza filoizilor. Filoizii acestei alge sunt uscați și folosiți pentru producția de alginați. *Nereocystis* sp. atinge peste 30 m lungime și are un aerocist mare (circa 15 cm diametru) de pe care pornesc patru ramuri meristematice ce vor genera peste 100 de filoizi pe fiecare tal. Speciile genului *Nereocystis* sunt anuale și sunt răspândite mai ales pe coastele pacifice ale Americii de Nord.

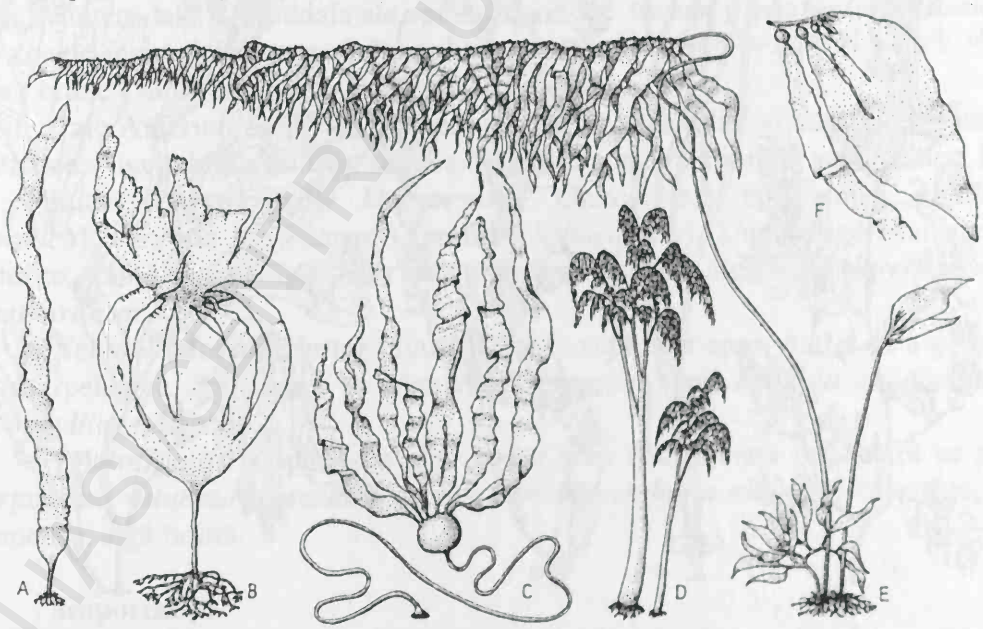


Fig. 33. Phaeophyta, Laminariales - reprezentanți: A. *Laminaria saccharina*, B. *Laminaria hyperborea*, C. *Nereocystis luetkeana*, D. *Lessonia flavicans*, E. *Macrocystis pyrifera*, F. fragment de tal (după Strasburger et al. 1998, p. 603)

CLASA **FUCOPHYCEAE** se caracterizează prin ciclu monogenetic diplofazic. Împreună cu laminarioficeele, fucoficeele formează algocenozele principale ale țărmurilor mărilor și oceanelor. Talul este bandiform, dichotomic ramificat ca la *Fucus* sp., sau diferențiat în rizoid, cauloid și filoid. Au structură parenchimatică. Se înmulțesc prin oogamie. Gametociștii se formează în structuri specializate numite conceptacule. Conceptaculele se diferențiază în partea terminală a ramurilor sau filoizilor, zonă numită receptacul. În funcție de structura conceptaculelor, speciile pot fi homo- sau heterotalice.

Ordinul **Fucales** este reprezentativ pentru această clasă (Fig. 34). Speciile genului *Fucus* prezintă taluri bandiforme, ramificate dichotomic. La locul de ramificare al talului se află vezicule pline cu aer numite plutitori sau flotori, care mențin alga în stare de plutire. Cresc în zonele litorale marine unde talul este fixat de stânci prin intermediul unui rizoid foarte puternic. Sunt mai frecvente în zonele temperate ale emisferei nordice. *Cystoseira barbata* este o specie întâlnită în Marea Neagră. Talul acesteia este cilindric, ramificat, cu plutitori ovoidali. Într-un conceptacul se formează atât gametocişti masculini cât și feminini (Fig. 35). *Sargassum baccifer* ocupă suprafețe mari în apropierea țărmului Americii Centrale al Oceanului Atlantic. Talurile, desprinse de pe substrat de curenții maritimi, plutesc liber pe suprafețe mari alcătuind ceea ce se numește Marea Sargaselor.

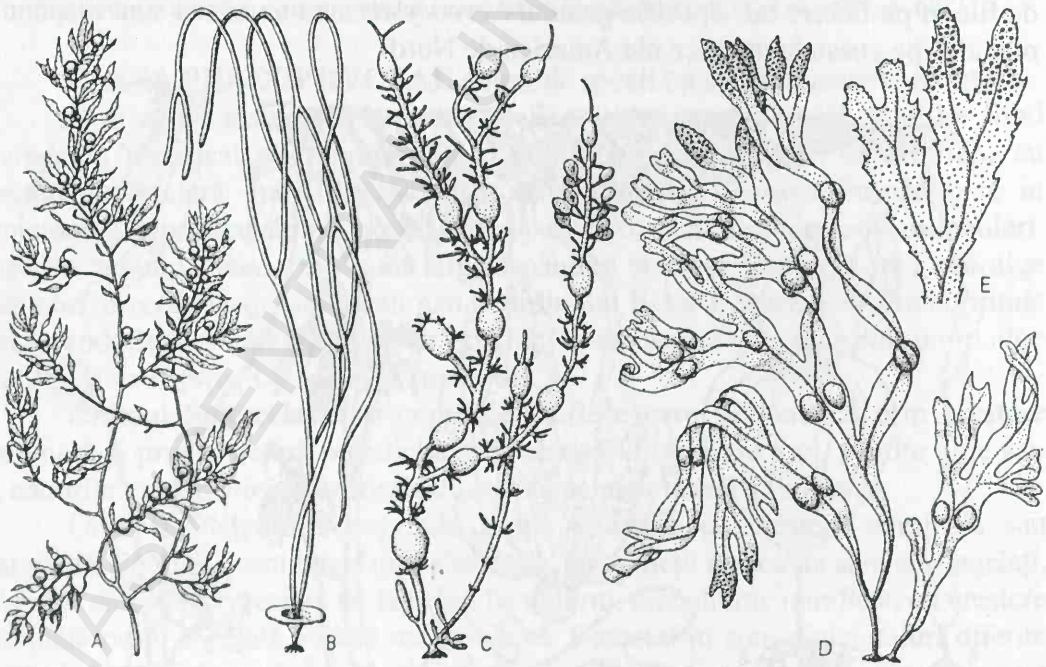


Fig. 34. Phaeophyta, Fucales – reprezentanți: A. *Sargassum baccifer*, B. *Himanthalia lorea*, C. *Ascophyllum nodosum*, D. *Fucus vesiculosus*, E. *Fucus serratus*
(după Strasburger et al. 1998, p. 605)

Pe baza diferențelor privind modul de creştere, din Fucales s-a desprins ordinul **Durvillaeales** reprezentat de un singur gen – *Durvillaea*. Acesta are câteva specii răspândite în emisfera sudică, din zonele temperate până în cele subantarctice. Talul seamănă cu cel al laminarialelor, dar reproducerea este similară fucalelor. Creşterea se face prin intermediul unui meristoderm periferic care generează noi straturi de celule la începutul fiecărei perioade de creştere. Lipsesc atât meristemele apicale caracteristice fucalelor, cât şi meristemele intercalare caracteristice laminarialelor. În Chile *Durvillaea* este uscată şi consumată sub formă de salate sau ca substituient al cărnii. În Tazmania şi Noua Zeelandă este uscată pentru producția de alginat.

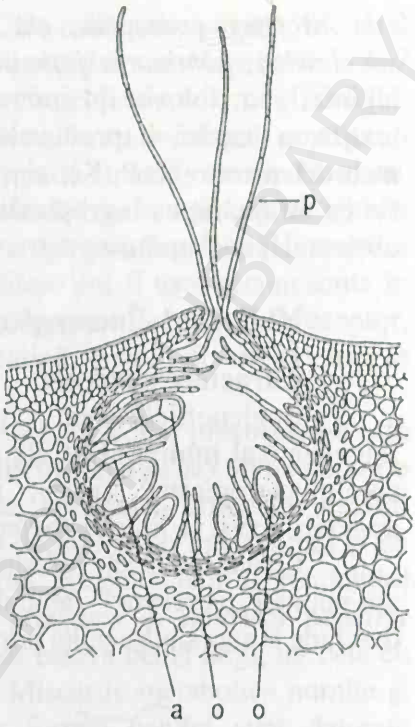


Fig. 35. Phaeophyta, Fucales – secțiune printr-un conceptacul: a. ramură anteridială, o. gametocist feminin, p. parafize (celule sterile) (după Strasburger et al. 1998, p. 606)

Răspândire, ecologie

Algele brune reprezintă un grup mare de alge eucariote (250 genuri / 1500–2000 specii), răspândite aproape în exclusivitate în regiunile costiere intertidale şi subtidale ale apelor marine din zonele reci şi temperate. Cele mai bogate în alge brune sunt coastele Japoniei, coastele pacifice ale Americii de Nord, coastele sudice ale Australiei şi coastele insulelor Britanice. Algele brune sunt bentonice, formând adevărate jungle subacvatice. Pot fi epilitice (*Ascophyllum*, *Macrocystis*, *Cystoseira*), epipsamice (*Padina pavonica*), euritope (*Ectocarpus*), epifite (*Sphacelaria*). Unele alge brune sunt endofite, trăind în interiorul unor alte alge brune sau în alge roşii (*Streblonema*, *Laminarionema* etc.).

Talurile unor alge brune plutesc liber la suprafața apei. Astfel de alge sunt numite pelagice. Printre ele se numără: *Sargassum* spp., *Pelvetia canaliculata*, *Ascophyllum nodosum*.

Printre puținele specii de alge brune care duc o viață parazitară se află *Herponema velutinum*, prezentă exclusiv pe *Himanthalia elongata* care este, de asemenea, algă brună.

Importanță

Algele brune sunt principalii producători primari în foarte multe ecosisteme acvatice. Conținutul mare în acizi alginici, alginați, iod, brom, vitamine le conferă o mare importanță economică. Sunt folosite în alimentație,

atât în stare proaspătă, cât şi preparate (*Laminaria hyperborea*, *Laminaria saccharina*, *Laminaria japonica*, *Alaria esculenta*, *Durvillaea*). Sărurile acizilor alginici sunt folosite în industria alimentară ca stabilizatori, dar şi în industria textilă, a hârtiei, a produselor cosmetice etc. Datorită conţinutului ridicat de macroelemente (N, P, K), algele brune sunt, de asemenea, folosite în agricultură, fie ca furaje, fie ca îngrăşământ. În industria farmaceutică se folosesc mai ales în obţinerea unor produse pentru tratarea afecţiunilor glandei tiroide.

VI.2.1.11. Încrengătura Euglenophyta

Caractere generale

Euglenofitele sunt organisme microscopice unicelulare, rar coloniale, flagelate (**tal monadal**). Cele mai multe dintre ele sunt fotosintetizante, având în celule cloroplaste. Totuşi, multe specii sunt lipsite de cloroplaste, sunt apoclorotice şi se hrănesc heterotrof.

Celula prezintă polaritate (Fig. 36). Partea anterioară a celulei prezintă aşa-numitul „**rezervor**" (ampula, criptă), o invaginare dilatată, piriformă, care se deschide la suprafaţa celulei printr-o porţiune tubulară îngustă numită **canal flagelar**.

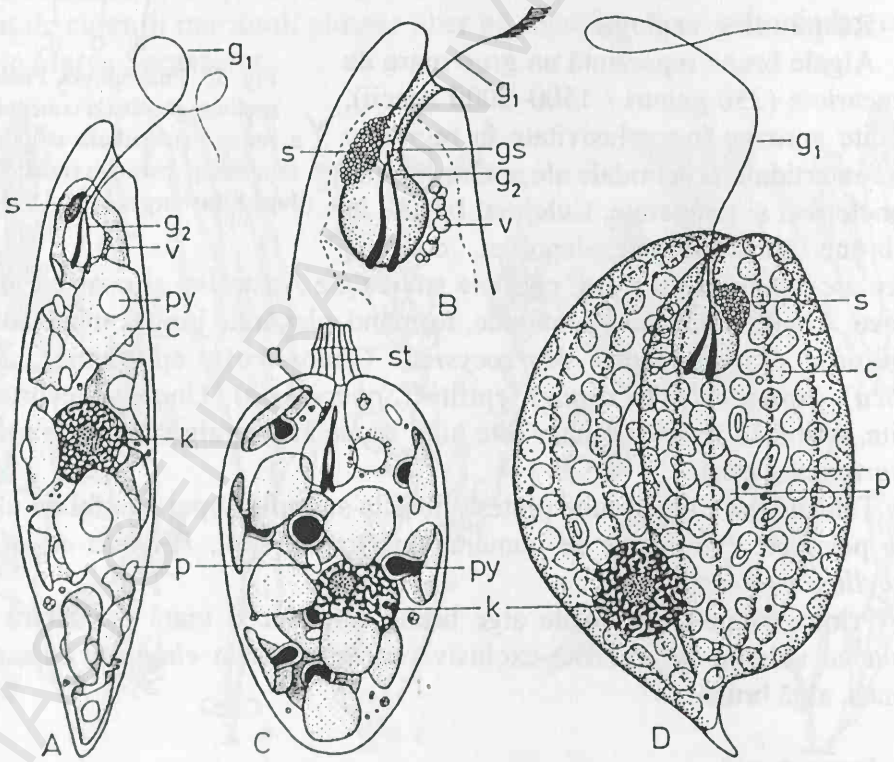


Fig. 36 Euglenophyta – organizare celulară: A. *Euglena gracilis*, B. partea apicală a celulei, C. *Colacium mucronatum*, D. *Phacus triqueter* (g_1 şi g_2 – flageli, gs – kinetozom, k – nucleu, p – paramilon, py – pirenoid, s – stigma, st – baza pedunculului prin care celula se ataşează de substrat, v – vacuole contractile) (după Strasburger et al. 1998, p. 589)

Flagelii sunt inserați la baza rezervorului. Cele mai multe euglenofite au 2 flageli. Doar unele specii parazite precum *Euglenamorpha* sau *Hegneria* au 3–7 flageli. Speciile biflagelate pot avea ambii flageli emergenți sau doar unul, celălalt fiind mult mai scurt și complet închis în rezervor. Speciile cu doi flageli emergenți sunt considerate primitive. Flagelul emergent poartă mastigoneme fibrilare, dispuse elicoidal de-a lungul porțiunii libere. Axonema sa conținând 9 dublete periferice și 2 microtubuli centrali este dublată de o tijă paraflagelară (Hausmann et al. 2003). Datorită acestei carcteristici, euglenofitele pot fi ușor recunoscute în microscopie optică. O proeminență paraflagelară (corp paraflagelar, fotoreceptor, blefaroplast, kinetozom) cu structură paracristalină poate fi observată în proximitatea inserției flagelare.

Celula este nudă, lipsită de un perete celular celulozic, dar **plasmalema** este asociată cu un citoschelet cortical proteic, numit **peliculă** (periplast). Pelicula are o structură complexă formată din unități bandiforme, aplatizate, articulate flexibil numite benzi peliculare. Fiecare bandă este însoțită de mai mulți microtubuli și un corp mucifer care de fapt este o cisternă lărgită subpeliculară a reticulului endoplasmatic. La speciile de *Euglena* lățimea, grosimea și numărul benzilor peliculare sunt variabile. Speciile rigide prezintă doar câteva benzi largi, iar cele cu mișcări metabolice prezintă numeroase benzi fine. Mișcările metabolice numite și euglenoide constând în schimbări succesive ale formei celulei sunt datorate flexibilității întregului citoschelet pelicular. Când acest tip de mișcare dispare, locomoția flagelară încetează. Citoscheletul pelicular se prelungește până la canalul flagelar, dar nu pătrunde în rezervor. De aceea canalul este menținut rigid, în timp ce rezervorul nu. De asemenea, canalul este menținut rigid de un set de microtubuli peliculari elicoidali înconjurându-l. Rezervorul este singura parte a celulei limitată doar de plasmalemă. Aceasta poate explica schimbările rapide ale formei rezervorului și descărcarea vacuolei contractile la nivelul său.

Suprafața celulelor euglenoide este permanent acoperită de un start fin de **secreție mucoasă**. Cantitatea sa depinde de specie și de condițiile de mediu. La *Euglena gracilis* mucusul conține glicoproteine și polizaharide. Un caz particular este cunoscut la speciile de *Colacium*, cu o secreție mucoasă abundentă în partea anterioară a celulei. Acest mucus, ulterior mineralizat, formează un peduncul prin care celula devine atașată la substrat. Întreaga celulă fiind inclusă în mucus, după diviziuni succesive sunt formate **colonii dendroide**, celulele fiind interconectate prin pedunculi mucilaginoși. La unele specii diviziunea celulară are loc în interiorul stratului mucos, rezultând **colonii palmeloide** (exemplu, la *Euglena* și *Eutreptia*).

La unele genuri (*Trachelomonas*, *Strombomonas*, *Ascoglena*) celula nudă este inclusă într-o **lorică organică**, fibrilară, impregnată cu hidroxid feric și compuși manganici. Lorica acoperă și protejează întreaga suprafață a celulei exceptând porul apical, o porțiune îngustă, aproape circulară, traversată de flagelul activ. Uneori forma și ornamentațiile loricei sunt folosite drept criterii taxonomice.

Citoplasma are o structură complexă, având consistență vâscoasă. Ea conține vacuole, dintre care una mai mare, situată în partea apicală a celulei, este vacuola pulsatilă care are rol de osmoreglare și, probabil, de excreție.

Stigma extraplastidială, asociată cu rezervorul, constă într-un număr variabil de picături lipidice conținând: pigmenți carotenoizi (β-caroten și xantofile) și flavone. Împreună cu proeminența paraflagelară (kinetozom), stigma este responsabilă pentru mișcările fototactice. Stigma și corpul paraflageler nu sunt prezente la toate speciile de euglenoide. Speciile care au aceste structuri sunt capabile de mișcări dependente de lumină. Aceste specii se pot mișca de la lumină puternică la lumină redusă (fototactism negativ) sau de la întuneric în locuri slab sau moderat luminate (fototactism pozitiv).

Euglenofitele verzi conțin numeroase **cloroplaste** discoidale, plate sau bandiforme, cu sau fără pirenoizi. Învelișul plastidial este format din două membrane, și o membrană adițională care este a reticulului endoplasmatic plastidial. Lamelele fotosintetice sunt alcătuite din câte trei tilacoide, dar stroma pirenoidului este traversată doar de benzi duble tilacoidale. În afara cloroplastului, pirenoidul este înconjurat de granule de paramilon. La unele specii paramilonul formează o calotă la fiecare capăt al cloroplastului. Pirenoidul poate fi, de asemenea, nud, lipsind paramilonul (ex. la *Euglena mutabilis*). Un caz special este cel al unor specii de *Euglena* (*E. stellata*, *E. viridis*, *E. geniculata*, *E. tristella*) conținând 1–3 cloroplaști stelați. La aceste specii benzile cloroplastice radiază de la un pirenoid central înconjurat de granule de paramilon (centru paramilon) (Dragoș et al. 1997).

Cloroplastele euglenofitelor conțin clorofilă a și b, pigmenți carotenoizi, neoxantină.

Paramilonul este forma principală de stocare a polizaharidelor la euglenoide. Aceste polizaharide nu se colorează cu iodină. Este prezent atât la speciile verzi cât și la cele apoclorotice. La unele specii (ex. *Eutreptiella gymnastica*) un alt polizaharid, **crizolaminarina**, este stocat în vezicule localizate în partea anterioară a celulelor.

Nucleul euglenofitelor mare, rotund, eliptic sau alungit, este așezat central sau spre partea apicală a celulei. Prezintă cromozomi condensați chiar și în interfază. Învelișul nuclear rămâne intact în timpul mitozei. Cromatidele sunt așezate paralel la fusul intranuclear în timpul metafazei.

Nutriția este autotrofă (*Euglena*, *Eutreptia*, *Phacus*), dar există și forme mixotrofe și heterotrofe (*Anisonema*, *Astasia*, *Entosiphon*, *Paranema*). Cele mixotrofe, în condiții de luminozitate scăzută, își pierd clorofila și devin heterotrofe.

Reproducerea se realizează asexuat, prin diviziune longitudinală, pornind de la apex spre bază. Reproducerea sexuată la euglenofite nu este demonstrată cu certitudine (Dragoș et al. 1997). În condiții adverse unele euglenoide formează **chiști**. Își pierd flagelii și secretă în jurul lor o teacă mucilaginoasă abundentă (Graham & Wilcox 2000).

Clasificare, reprezentanți

Încrengătura are o singură clasă, **Euglenophyceae**, cu 6–7 ordine şi peste 40 de genuri grupând circa 800–1000 de specii (Graham & Wilcox 2000). Cel mai important ordin este **Euglenales**, cu familia **Euglenaceae**. Genul *Euglena* cuprinde specii cu periplast flexibil şi un singur flagel emergent (*Euglena viridis*, *Euglena gracilis*, *Euglena granulata*) (Fig. 36 , B). Celula este alungită, la capătul anterior rotunjită, la cel posterior îngustată. Genul *Phacus* cuprinde specii cu periplast rigid, astfel încât mişcările de metabolie sunt absente (Fig. 36 D). Celula este ovală sau aproape circulară, puternic comprimată. Ca şi la *Euglena*, un singur flagel este emergent. *Colacium* formează colonii ale căror celule sunt ataşate la capătul unor pedunculi gelatinoşi (Fig. 36 C). Acestea sunt fixate pe diferite substraturi acvatice, în mod special pe zooplancton.

Răspândire, ecologie

Eugenofitele sunt răspândite în ape dulci, deseori în ape salmastre şi mult mai rar în mediul marin (*Cloranche*, *Ottonia*). Trăiesc în masa apei (forme planctonice) sau în nămol (forme bentonice), preferând băltoacele mici, bogate în substanțe organice. Uneori intră în algoflora solului. Multe euglenofite sunt capabile să se adapteze la condiții extreme de mediu (pH scăzut, salinitate ridicată).

Unele euglenofite trăiesc în ape puternic poluate – polisaprobe – producând fenomenul de înflorire a apei, colorând-o în verde sau roşu. Speciile care conțin hematocrom (structură rezultată în urma acumulării de pigmenți carotenoizi ce maschează clorofila) se întâlnesc deseori în bălți, în lacuri de munte şi în tinoave pe care le colorează în roşu. După apusul soarelui sau la o umbrire puternică, această culoare roşie se schimbă în verde, fenomen care se explică prin acoperirea hematocromului de către cloroplast. Hematocromul apare astfel ca având un rol de apărare contra luminii solare puternice.

Foarte puține euglenofite trăiesc în ape curate (*Euglena acutissima*).

Se cunosc şi specii epibionte. Diferitele colonii de *Colacium* se fixează pe alge planctonice (*Volvox*) sau filamentoase, pe rotifere, pe nematode şi pe mici crustacee.

Importanță

Înmulțirea masivă a euglenofitelor are o importanță deosebită pentru viața biocenozei acvatice, contribuind la reînnoirea oxigenului şi deci la autopurificarea biologică a apelor bogate în substanțe organice. Nu au fost evidențiate aspecte negative ale înfloririlor algale produse de euglenofite.

Adesea, euglenofitele sunt folosite ca bioindicatori ai condițiilor de mediu.

VI.2.1.12. Încrengătura Chlorophyta (Alge verzi)

Caractere generale

Algele verzi reprezintă un grup mare, cu diversitate morfologică şi reproductivă ridicată. Diversitatea morfologică este prezentă atât în privinţa organizării, cât şi mărimii, gradul variind în cadrul încrengăturii de la forme microscopice uninucleare (*Chlamydomonas* are 10–30 μm) la forme cu taluri de câţiva metri lungime (*Ulva* poate atinge 3 m).

Habitusul mobil include forme unicelulare şi coloniale. **Monada biflagelată** este cea mai răspândită (ex. *Chlamydomonas*). În funcţie de condiţiile de mediu, celulele pot fi înconjurate de o matrice gelatinoasă, devenind imobile. În acest stadiu temporar de tip palmeloid, celulele se pot divide formând mase amorfe dezorganizate.

În talurile **coloniale mobile**, celulele sunt menţinute împreună într-o matrice comună, aparent omogenă, de glicoproteine bogate în hidroxiprolină. La unele genuri există conexiuni intercelulare sau legături între pereţii celulari. Celulele flagelate sunt bine integrate în colonii. Mişcarea lor este coordonată şi există un număr definit de celule într-o dispoziţie bine stabilită. În acest grup de organisme există tendinţa creşterii numărului de celule din colonie şi specializarea lor. La *Pandorina* (4–32 celule), de exemplu, toate celulele sunt reproductive, în timp ce la *Volvox* (500–40.000 celule) celulele sunt diferenţiate, cele din centrul coloniei având atribuţii reproductive, în timp ce cele periferice au rol în deplasare şi în nutriţie.

Multe clorofite, în special cele de apă dulce, sunt imobile şi filamentoase. Habitusul imobil de bază este reprezentat de talurile unicelulare numite de obicei **cocoide**. La unele specii talul este pluricelular (colonial, **cenobiu**) şi constă dintr-un număr definit de celule conectate după un model specific (*Scenedesmus*, *Pediastrum*). Unele taluri unicelulare sau coloniale, imobile în stadiu vegetativ, pot avea stadii reproductive de tip clamidomonic (ex. *Chlorococcum*). La alte specii (*Chlorella*), care se reproduc de obicei prin autospori, stadiul flagelat este complet absent.

Clorofitele **filamentoase** sunt caracterizate de o mare diversitate morfologică. La aceste organisme, celulele mobile sunt prezente doar în stadii reproductive. Cea mai simplă construcţie este **filamentul uniserial**, un lanţ de celule asemănătoare generat de diviziuni celulare (planul de diviziune este normal la axa de alungire, ca la *Ulothrix*). Acest tal simplu a evoluat printr-o diversificare a planurilor de diviziune. La unele genuri (ex. *Stigeoclonium*), modificări ocazionale în planul de diviziune al celulei generează ramificaţii uniseriale. Dacă fiecare celulă a unui filament de tip *Ulothrix* se divide încă o dată, într-un plan secund, poate rezulta un **filament biserial** (*Percusaria*). Acesta poate fi considerat cel mai simplu tal parenchimatos. Dacă diviziunile într-un plan secund au loc pe baze regulate, rezultă o teacă **monostromatică**, având grosimea unui

singur strat de celule (*Monostroma*). La *Ulva*, un alt plan de diviziune produce o lamelă alcătuită din două straturi de celule (**bistromatic**).

Habitusul heterotrich este în esență filamentos, dar prezintă o diferențiere a unui sistem **plagiotrop** (orizontal, fixat de substrat) și a unui sistem **ortotrop** (vertical). Partea plagiotropă a talului poate fi diferențiată într-un rizoid incolor multicelular cu rol de fixare; părțile parenchimatice fotosintetice sunt situate la suprafață. La unele specii de clorofite sunt dezvoltate bine ambele sisteme (*Draparnaldia*), dar la altele are loc o reducere a unuia în favoarea celuilalt (*Pleurococcus*).

Sifonalele (sau habitusul cenocitic) au celule multinucleate, rezultate din multiplicarea organitelor, neurmată de septare. Talul poate fi format dintr-o singură celulă (**sifonal**) sau mai multe celule multinucleate (**sifonocladal**). Acestea pot forma filamente sau taluri parenchimatoase specifice.

În ceea ce privește organizarea celulară, clorofitele au de obicei protoplastul protejat de **perete celular**, deși unele genuri sunt lipsite de astfel de pereți (*Dunaliella*, *Pyramimonas*). Celulele reproducătoare mobile pot fi de asemenea nude. La unii membrii ai grupului celulele mobile pot fi acoperite de solzi organici. Pereții celulari au o compoziție chimică și structură foarte variată în cadrul încrengăturii. Pot fi microfibrilari, celulozici (ex. Chlorococcales) sau necelulozici (ex. Bryopsidales), sau pot fi de natură glicoproteinică (ex. Volvocales). La unii reprezentanți peretele celular este impregnat cu săruri de calciu (ex. *Acetabularia*).

Celulele vegetative sau celulele mobile reproducătoare ale clorofitelor poartă 1–8 **flageli** acronemtici sau netezi. Flagelii sunt de obicei inserați apical, au orientare anterioară și sunt egali ca lungime. La Oedogoniales există un inel anterior de flageli scurți alcătuit din 128 flageli (stefanoconte). Uneori flagelii celulelor vegetative (Prasinophyceae) pot purta solzi organici. În timpul deplasării flagelii bat sincron în același plan. Toți flagelii au rădăcini atașate la corpurile lor bazale.

Cloroplastele algelor verzi variază ca număr și formă în funcție de gen și specie. Când sunt numeroase, sunt de obicei mici și discoidale. Cele mai multe specii au un număr redus de cloroplaste, de obicei 1 sau 2, care au formă de cupă (*Chlamydomonas*), inel deschis (*Ulothrix*), rețea (*Cladophora*), spirală (*Spirogyra*) sau stea (*Zygnema*). Poziția lor poate fi periferică (parietal) sau centrală. În cloroplaste există benzi sau lamele fotosintetizante, fiecare formată din 2–6 tilacoide. La unele specii tilacoidele apar sub formă de teancuri, similar granelor din plantele superioare. Stroma plastidială conține ribozomi 70S, fibrile ADN, unele incluziuni, stigmă și pirenoid. Învelișul plastidial este format din două membrane, iar REP lipsește.

Membranele tilacoidale conțin un set de **pigmenți** similari cu cei ai plantelor superioare: clorofilele a și b, β-caroten, unele xantofile. Pigmentul carotenoid major este **luteina**. Unele alge verzi (Prasynophyceae) conțin, pe lângă cele două clorofile

majoritare, şi **clorofila c**. Algele sifonale şi *Tetraselmis* conţin o xantofilă adiţională – **sifonoxantina** şi/sau esterul său – **sifoneina** (Dragoş et al. 1997).

Cloroplastele algelor verzi pot conţine, în funcţie de specie, unul sau mai mulţi **pirenoizi**. În microscopie optică, un pirenoid apare ca o zonă clară, inclusă în cloroplast, frecvent de formă circulară sau poligonală. De obicei, matricea pirenoidului, penetrată de lamele fotosintetice alcătuite din 1-2 tilacoide, este înconjurată de o teacă de amidon care poate consta fie din câteva plăci, fie dintr-un număr de granule mai mici. Totuşi, la unele specii pirenoizii nu sunt traversaţi de tilacoide sau sunt lipsiţi de teaca de amidon.

Principalul **produs de asimilaţie** este **amidonul**, care formează granule.

La un număr limitat de specii (*Caulerpa*, *Halimeda*, *Dichotomosiphon*) a fost evidenţiată prezenţa **amiloplastelor**. Atât cloroplastele cât şi amiloplastele se dezvoltă din **proplastide**. La *Halimeda*, segmentele nou formate ale talului conţin doar amiloplaste.

Totuşi, unele specii au ca produs de stocare **polimeri ai fructozei** (fructosani) (Dasycladales, Cladophorales, *Urospora*). Sucroza, maltoza şi aşa-numitele alcooluri zaharate ar putea fi de asemenea menţionate printre moleculele mici de rezervă.

Când este prezentă, **stigma** este totdeauna parte a cloroplastului şi de obicei situată în partea anterioară, lângă bazele flagelare. Constă în 1–2 straturi de picături lipidice portocaliu-roşietice, de pigmenţi carotenoizi.

Răspunsul fototactic variază în funcţie de intensitatea luminii, celulele fiind fototactic pozitive la intensităţi moderate ale luminii şi fototactic negative la intensităţi ridicate. Fototaxia este bazată pe mişcările flagelare sau pe mişcări cauzate de secreţia de mucilagiu.

La *Chlamydomonas*, **fotoreceptorul** este o arie a plasmalemei situată deasupra stigmei. El constă dintr-un cromofor (o proteină mărginită de 11-cis-retinol), întregul complex funcţionând ca o rodopsină animală. În funcţie de localizarea sa în celulă, stigma poate sau nu să umbrească fotoreceptorul. Schimbările de umbră în aria fotoreceptorului atrag o cascadă de schimbări în potenţialul membranei, concentraţiei ionilor de Ca^{2+} şi în final în rata de batere a flagelilor.

Plastidele funcţionează ca al doilea sistem fotoreceptor. S-a constatat deplasarea acestora în celulă în funcţie de intensitatea luminoasă.

Cele mai multe clorofite au **vacuole contractile** (caracteristică principală a ordinului Tetrasporales). De obicei două vacuole sunt situate lângă bazele flagelare şi rolul lor este de a elimina surplusul de apă care invadează celula prin osmoză. Vacuolele funcţionează prin umpleri (diastole) şi goliri (sistole) alternative.

Mitocondriile, numeroase, sunt, în general, ramificate şi anastomozate în reţea la speciile care au aparatul plastidial transformat într-o lamă parietală verde (*Oedogonium*, *Stigeoclonium*) sau sub formă de granule, bastonaşe sau scurte filamente neanastomozate, la speciile care n-au decât plastide parietale (*Microspora*).

Aparatul Golgi este mai puțin tipic la algele verzi.

Nucleul interfazic al algelor verzi pare a fi de tip normal, similar celui de la plante și animale. Poziția în celulă poate fi mai mult sau mai puțin periferică sau centrală, în funcție de grupul taxonomic. Include un singur nucleol, de obicei situat central.

În timpul **mitozei** formarea fusului poate fi inițiată de bazele flagelare, centrioli sau de o arie citoplasmatică aparent nestructurată (când bazele flagelare sau centriolii lipsesc). La unele alge verzi, învelișul nuclear rămâne intact în timpul mitozei exceptând doi pori mari la polii prin care microtubulii fusului penetrează. La *Oedogonium* învelișul nuclear rămâne intact și fusul este complet intranucelar. Totuși, la unele specii (*Closterium*, *Spirogyra*) învelișul nuclear se dezintegrează în timpul profazei și se reface în timpul telofazei (Dragoș et al. 1997).

Înmulțirea se poate realiza vegetativ, asexuat și sexuat. Înmulțirea vegetativă se poate face prin diviziune la formele unicelulare, prin propagule sau fragmentarea talului la cele pluricelulare. Asexuat se înmulțesc prin zoospori (spori mobili, flagelați) sau aplanospori (spori imobili, neflagelați). Înmulțirea sexuată se realizează prin izogamie, anizogamie sau oogamie, în funcție de specie. La unele alge verzi (*Zygnematophyceae*) înmulțirea se realizează prin conjugare (cistogamie). Acest proces constă în transformarea conținutului a două celule vegetative în doi gameți și contopirea lor pentru a forma zigotul.

În ciclurile de dezvoltare ale clorofitelor există o alternanță de generații: una producătoare de gameți (gametofitică), alta producătoare de spori (sporofitică). Generația gametofitică poate fi homotalică, atunci când ambii gameți, masculi și femeli, se formează pe același tal, sau hetrotalică, atunci când cele două tipuri de gameți se formează pe taluri diferite. În funcție de durata de viață a celor două generații, în cadrul încrengăturii se disting trei tipuri principale de alternanță: haplobiontă, haplo-diplobiontă și diplobiontă.

Clasificare, reprezentanți

Se cunosc circa 7500 de specii care pot fi grupate în două clase majore: **Chlorophyceae** și **Zygnematophyceae** (**Conjugatophyceae**).

Algele verzi din CLASA **CHLOROPHYCEAE** prezintă o mare variație a aparatului vegetativ dar și a modalităților de reproducere, uneori chiar și în cadrul aceluiași ordin. Caracterele generale ale reprezentanților acestei clase vor reieși din prezentarea principalelor ordine.

Ordinul **Volvocales** cuprinde alge unicelulare flagelate, solitare sau grupate în colonii sau cenobii. Atât celulele vegetative cât și elementele de reproducere au câte doi sau patru flageli egali, rar mai mulți. Ciclul de viață este, în general, monogenetic haplofazic.

Familia ***Polyblepharidaceae*** este reprezentată la noi de *Dunaliella salina* și *Dunaliella viridis* – două specii descoperite de E. Teodorescu în Lacul Sărat Brăila și lacuri sărate, litorale din Dobrogea. Sunt iubitoare de temperaturi scăzute.

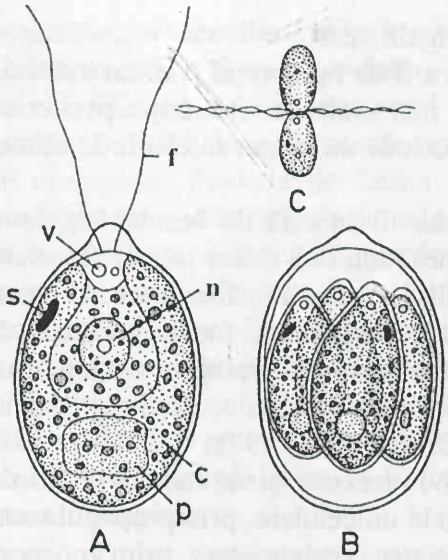


Fig. 37. *Chlamydomonas angulosa*: A. organizare celulară (c – cloroplast, f – flagel, n – nucleu, p – pirenoid, s – stigma, v – vacuole contractile), B. Diviziune, C. Izogamie (după Strasburger et al. 1998, p. 614)

Familia ***Chlamydomonadaceae*** cuprinde specii cu tal monadal, răspândite în ape dulci, stagnante. *Chlamydomonas* sp. are celula ovoidă, uneori fusiformă, la capătul anterior cu doi flageli inserați pe o proeminență ca un rostru. Celula conține un cloroplast mare, în formă de clopot, dispus parietal (Fig. 37).

Familia ***Volvocaceae*** cuprinde cloroficee cu tal mai evoluat, colonii mobile. Exemple: *Pandorina morum*, răspândită în ape dulci, stagnante, limpezi, are talul reprezentat de o colonie disciformă alcătuită din 16 celule; *Volvox globator* (Fig. 38) formează colonii sferice alcătuite din aproximativ 50.000 de indivizi (Mauseth 2003). O colonie ajunge până la 0,5 mm diametru. Celulele coloniei sunt diferențiate din punct de vedere fiziologic (unele sunt în stadiul vegetativ, unele asigură mobilitatea, altele asigură nutriția, altele produc gameți).

Ordinul **Tetrasporales** (Capsales) cuprinde specii care se înmulțesc vegetativ, prin zoospori, achineți. Reproducerea sexuată este oogamie. Reprezentativ pentru acest ordin este genul *Tetraspora* ale cărui specii au tal mare, de culoare deschisă, gelatinos, inițial fixat, apoi liber în apă. Celulele au pseudoflageli ce nu sunt funcționali.

Ordinul **Chlorococcales** grupează alge verzi cu aparat vegetativ de tip cocal. Cele mai multe specii sunt răspândite în ape dulci. Unele s-au adaptat la viața terestră, dezvoltându-se bine pe mediu umed. Se înmulțesc asexuat prin zoospori sau aplanospori. Sexuat se înmulțesc prin izogamie sau oogamie.

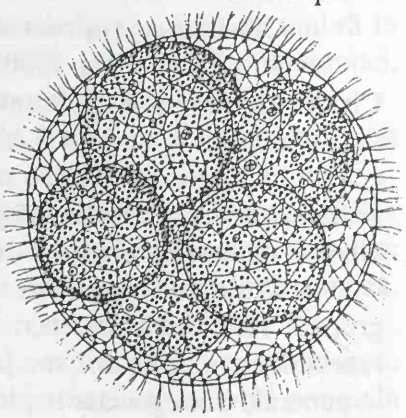


Fig. 38. *Volvox* sp. – colonie cu 6 colonii fiice (după Strasburger et al. 1998, p. 616).

Familia ***Chlorellaceae*** este reprezentată de specia *Chlorella vulgaris* (Fig. 39 H-J). Aceasta are tal unicelular imobil, sferic, cu cloroplast campanulat, dispus parietal.

Familia ***Scenedesmaceae*** (Coelastraceae) este reprezentată de specii cu talul alcătuit dintr-un număr determinat de celule (agregate celulare) (Fig. 39 K-L). Astfel, *Scenedesmus quadricauda* are talul format din patru celule unite între ele lateral. Celulele marginale au câte două prelungiri

foarte fine. Speciile genului *Pediastrum* formează agregate alcătuite din 4–128 celule dispuse într-un singur plan. Celulele marginale prezintă prelungiri în formă de cornițe. *Coelastrum microporum* formează agregate sferice.

Familia ***Hydrodictyaceae*** este reprezentată de *Hydrodictyon reticulatum*, o algă cenobială voluminoasă. Celulele sunt unite la capete formând cenobii cu aspect reticulat (Fig. 39 M-Q). Este răspândită în ape dulci, stagnante sau lin curgătoare.

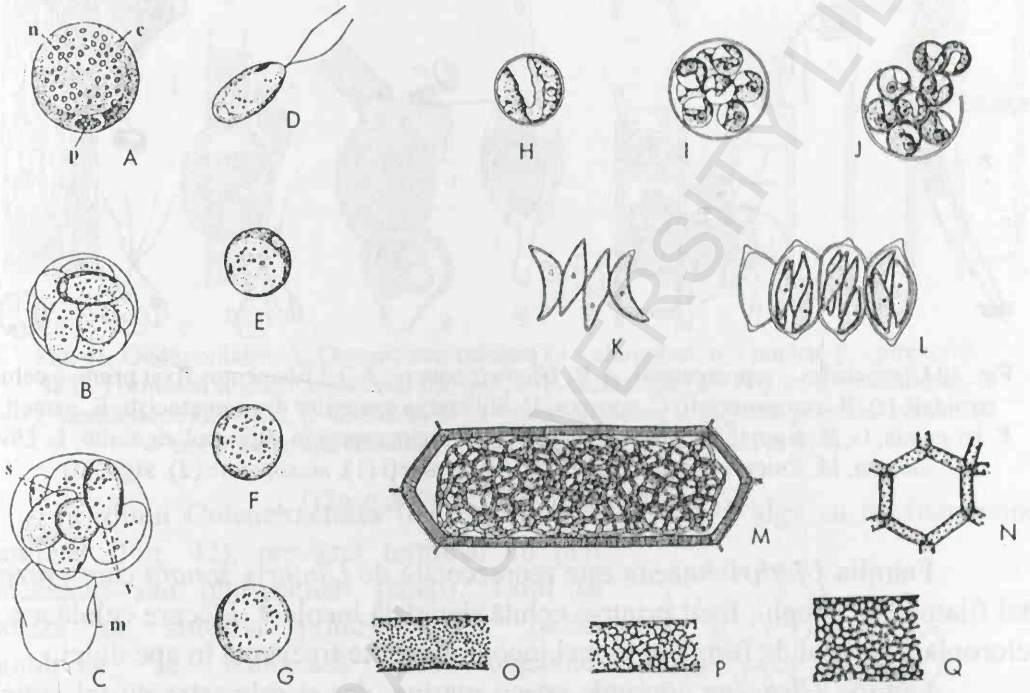


Fig. 39. Chlorococcales – reprezentanți: A-G. *Chlorococcum* sp. A. celulă vegetativă (c – cloroplast, n – nucleu, p – pirenoid), B. formarea a 8 celule fiice în timpul diviziunii, C. eliberarea zoosporilor (s – stigma, v – vacuole contractile, m – membrana celulei mamă), D. zoospor, E-G. stadii în dezvoltarea celulei vegetative, H-J. *Chlorella vulgaris*, H. celula vegetativă, I. formarea aplanosporilor, J. eliberarea aplanosporilor, K-L. *Scenedesmus acutus*, K. agregat format din 4 celule, L. diviziunea, M-Q. *Hydrodictyon utriculatum*, M. colonie tânără într-una din celulele coloniei mamă, N. fragment dintr-o colonie tânără, O-Q. stadii în formarea zoosporilor (după Strasburger et al. 1998, p. 617)

Ordinul **Ulotrichales** cuprinde alge verzi cu tal pluricelular, filamentos (simplu sau ramificat), lamelar sau tubular, întotdeauna fixat de substrat prin intermediul unei celule rizoidale. Trăiesc în ape marine și continentale, atât dulci cât și sărate. Unele specii sunt adaptate la viața pe uscat. Vegetativ se înmulțesc prin fragmente de tal. Asexuat se înmulțesc prin zoospori bi- sau tetraflagelați, mai rar prin aplanospori. Sexuat se înmulțesc prin izogamie, anizogamie și chiar oogamie la formele mai evoluate (Fig. 40).

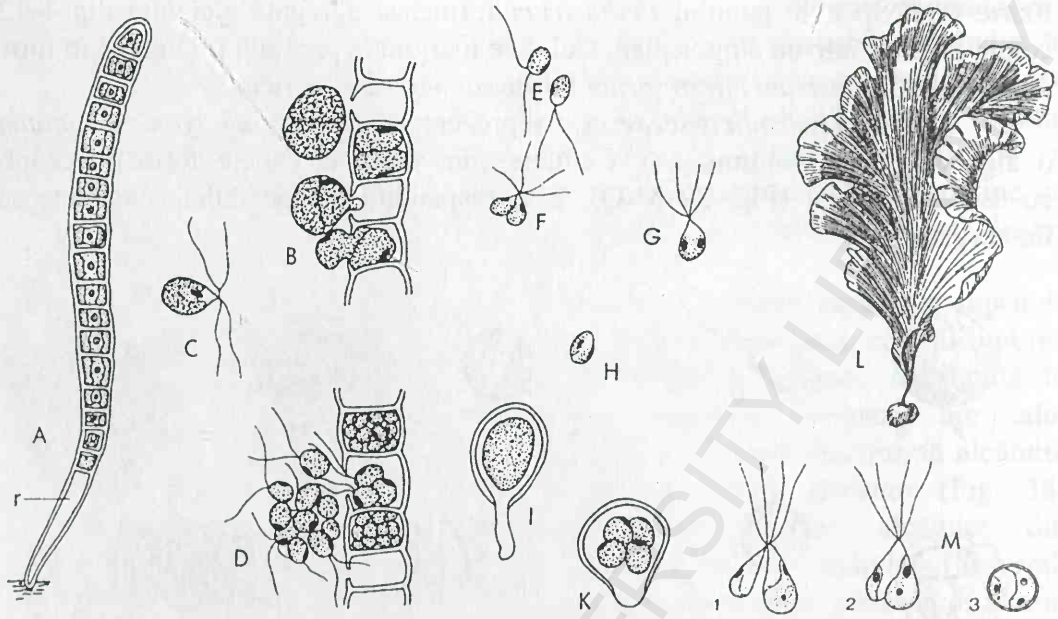


Fig. 40 Ulotrichales – reprezentanți: A-K. *Ulothrix zonata*, A. tal filamentos fixat printr-o celulă rizoidală (r), B. zoosporocişti, C. zoospor, D. eliberarea gameților din gametocişti, E. gameți, F. izogamie, G, H. zigot, I. germinarea zigotului, K. meiozospori în interiorul zigotului, L. *Ulva lactuca*, M. *Enteromorpha intestinalis*, anizogameți (1), anizogamie (2), zigot (3) (după Strasburger et al. 1998, p. 621)

Familia ***Ulothrichaceae*** este reprezentată de *Ulothrix zonata* care prezintă tal filamentos simplu, fixat printr-o celulă rizoidală incoloră. Fiecare celulă are un cloroplast parietal de forma unui inel incomplet. Este frecventă în ape dulci.

Familia ***Ulvaceae*** cuprinde specii marine, dar şi salmastre cu tal lamelar bistromatic sau tal tubular, fixat de substrat prin partea rizoidală. Dintre speciile cu tal lamelar bistromatic ce cresc în Marea Neagră menționăm *Ulva lactuca* şi *Ulva latissima* (salata de mare). Genul *Enteromorpha* grupează specii cu tal tubular, simplu sau ramificat. În lacurile sărate din țară, dar şi în Marea Neagră creşte frecvent *Enteromorpha intestinalis*.

Ordinul **Oedogoniales** cuprinde alge verzi cu tal heterotrich având partea plagiotropă reprezentată de o singură celulă – celula rizoidală. Creşterea talului este subterminală. Caracteristică acestui grup de alge este diviziunea celulelor vegetative. Peretele celular este tristratificat. Prin ruperea inegală a stratului său extern se formează la partea terminală a celulelor fiice nişte caschete care sunt cu atât mai numeroase cu cât au avut loc mai multe diviziuni (Fig. 41). Înmulțirea speciilor acestui ordin se face prin oogamie. Menționăm că atât gameții cât şi zoosporii sunt de tip stefanocont la reprezentanții acesui ordin. Reprezentativ este genul *Oedogonium* ale cărui specii cresc în ape dulci.

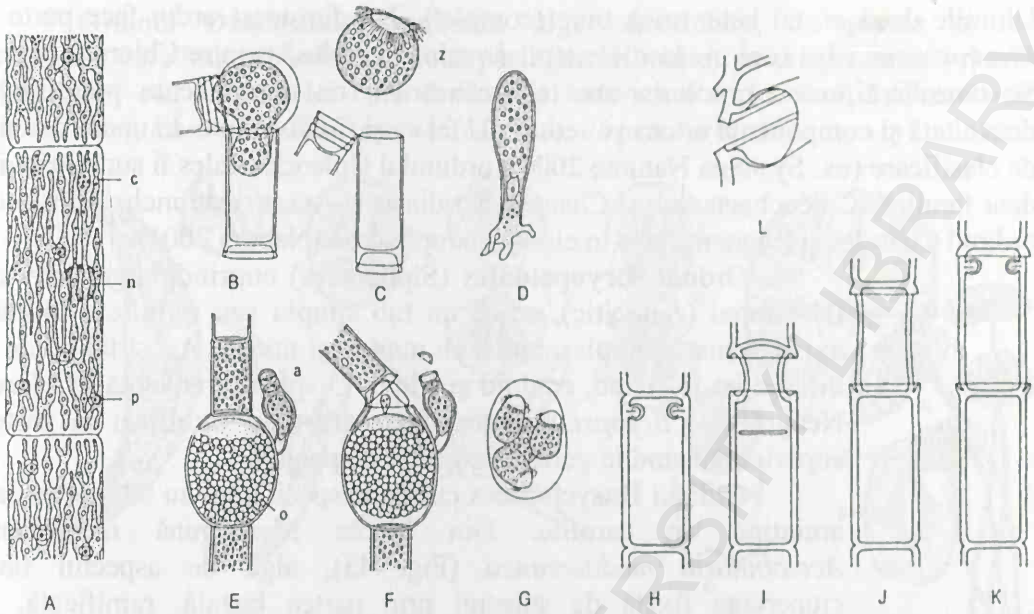


Fig. 41. Oedogoniales: A. Organizarea celulară (c – cloroplast, n – nucleu, p – pirenoid), B-D. Formarea şi germinarea unui zoospor, E-F. fecundaţia (o – oogon, a – nanandru), G. Germinarea zigotului, H-K. shema de diviziune a celulei, L. ruperea peretelui celular la nivelul îngroşării inelare (după Strasburger et al. 1998, p. 616)

Ordinul **Coleochaetales** (Chaetophorales) grupează alge cu tal filamentos ramificat (Fig. 42), prevăzut terminal cu peri unicelulari sau pluricelulari (cheţi). Talul se fixează de substrat printr-un disc bazal. Înmulţirea se realizează prin oogamie. Gametociştii masculini produc câte un singur gamet asimetric, biflagelat, mic. Gametociştii feminini au formă asemănătoare trichoginului de la algele roşii având o parte bazală mai voluminoasă, în care se formează oosfera, şi o parte distală îngustată (Pop et al. 1983, Făgăraş 2007). Zigotul rămâne în gametocist până primăvara protejat fiind de filamente ale talului haploid. Astfel, el aminteşte de structura unui arhegon. Prin diviziuni meiotice, urmate de diviziuni mitotice, din zigot se formează zoospori flagelaţi care se fixează de substrat şi formează apoi noi gametofiţi. Ciclul de dezvoltare este astfel monogenetic haplofazic. Dintre reprezentanţii acestui ordin menţionăm genurile: *Coleochaete*, *Draparnaldia*, *Fritschiella*.

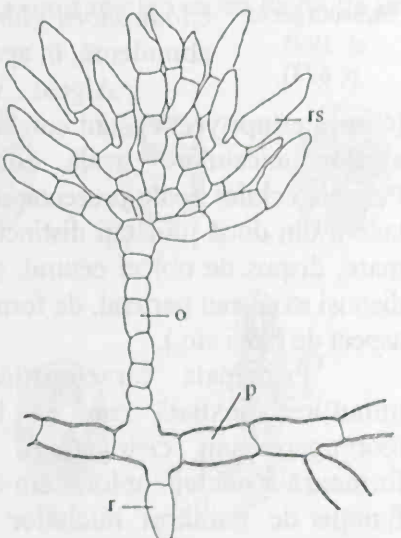


Fig. 42. Coleochaetales – *Fritschiella tuberosa*: o – partea ortotropă a talului, p – partea plagiotropă, r – rizoid, rs – ramificaţii secundare (după Strasburger et al. 1998, p. 619)

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Ultimile două au tal heterotrich tipic (complet). Tot din acest ordin face parte şi *Pleurococcus*, algă care în clasificările mai vechi era inclusă printre Chlorococcales. Se consideră însă că aceasta are tal heterotrich, cu componenta plagiotropă dezvoltată şi componenta ortotropă redusă, la fel ca şi *Coleochaete*. În unele sisteme de clasificare (ex. Systema Naturae 2000), ordinului Coleochaetales îi sunt atribuite doar familiile Coleochaetaceae şi Chaetospheridiaceae. Acesta este inclus alături de ordinul Charales şi Zygnematales în clasa Charophyceae (Nabors 2004).

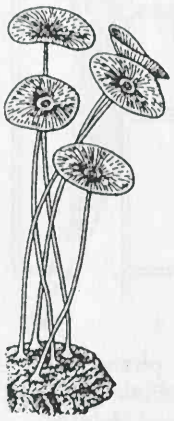


Fig. 43. Dasycladales – *Acetabularia mediterranea* (după Strasburger et al. 1998, p. 623)

Ordinul **Bryopsidales** (Siphonales) cuprinde alge verzi cu tal sifonal (cenocitic), adică un tub simplu sau ramificat în care există o masă citoplasmatică cu numeroşi nuclei. Acest tal poate fi diferenţiat în rizoid, cauloid şi filoid. O specie frecventă în Marea Neagră este *Bryopsis plumosa* care are talul ramificat în partea superioară luând în general aspectul de pană.

Ordinul **Dasycladales** cuprinde specii care au talul articulat, amintind de carofite. Din Marea Mediterană menţionăm *Acetabularia mediterranea* (Fig. 43), algă de aspectul unei ciupercuţe fixată de substrat prin partea bazală, ramificată, şi *Caulerpa taxifolia*, algă de dimensiuni mari (circa 1 m), cu numeroşi filoizi asemănători unor frunze lanceolate (Fig. 44).

Ordinul **Cladophorales** (Siphonocladales) cuprinde alge verzi pluricelulare, cu celule polienergide. Talul, filamentos simplu sau ramificat, este fixat de substrat prin rizoizi. Pe lângă nucleii numeroşi, în citoplasmă se află un cloroplast mare, reticulat. *Cladophora glomerata* (Lâna broaştei) este frecventă, uneori chiar abundentă, în ape dulci stătătoare.

Algele verzi din CLASA **ZYGNEMATOPHYCEAE (Conjugatophyceae)** sunt uni- sau pluricelulare. Forma celulei este variabilă în cazul algelor unicelulare: ovală, cilindrică, stelată, semilunară etc. Peretele celular poate prezenta ornamentaţii şi este alcătuit la unii taxoni din două jumătăţi distincte. Citoplasma conţine un nucleu mare, dispus de obicei central, şi unul sau mai mulţi cloroplaşti dispuşi axial sau parietal, de formă variată (stelaţi, bandiformi, cu aspect de plăci etc.).

Principala caracteristică însă a acestor alge este înmulţirea sexuată care se face prin izogametangiogamie (conjugare sau cistogamie). La germinarea zigotului se formează 4 nuclei haploizi din care doi sau trei degenerează. În funcţie de numărul nucleilor care degenerează se clasifică reprezentanţii acestei clase după cum urmează:

Ordinul **Mesoteniales** cuprinde alge unicelulare, cu perete celular nestrangulat şi la care toţi cei patru nuclei rezultaţi în urma meiozei rămân viabili, generând patru noi alge. Reprezentanţi: *Netrium*, *Spirotaenia*, *Cylindrocystis*.

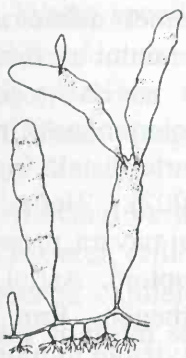


Fig. 44. Dasycladales – *Caulerpa* sp. (după Strasburger et al. 1998, p. 623)

Ordinul **Desmidiales** cuprinde alge unicelulare, cu perete celular strangulat care împarte celula în două părți (hemisomate). În urma meiozei rămân viabili doi sau trei nuclei care devin noi indivizi. Reprezentanți: *Closterium*, *Cosmarium*, *Euastrum*, *Staurastrum*, *Micrasterias* etc. (Fig. 45).

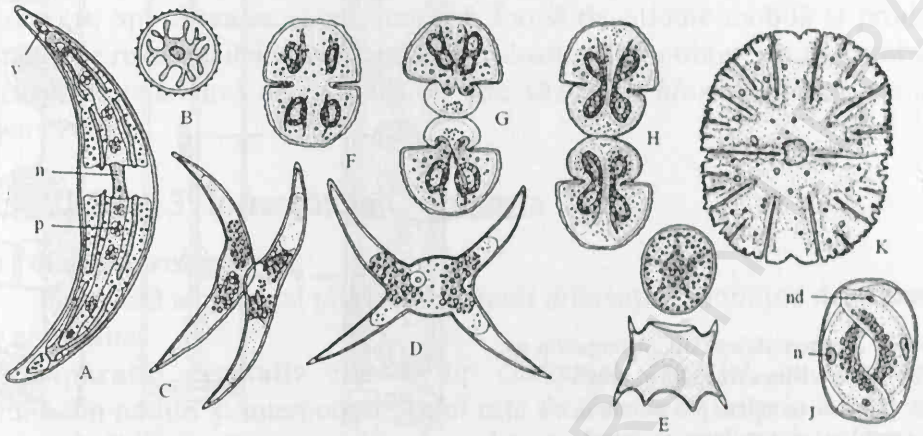


Fig. 45. Desmidiales – reprezentanți: A. *Closterium moniliferum* (n – nucleu, p – pirenoid, v – vacuolă), B. *Closterium regulare*, C-D. *Closterium parvulum* (fecundația), E. *Closterium rostratum* (eliberarea zigotului), F-H. *Cosmarium botrytis* și etape în diviziune, J. *Closterium* sp. (diviziunea zigotului: n – nucleu, nd – nucleu degenerat), K. *Micrasterias denticulata* (după Strasburger et al. 1998, p. 626)

Ordinul **Zygnematales** cuprinde alge filamentoase, pluricelulare. Cloroplaștii axiali sau parietali au formă diferită (stelați la *Zygnema*, spiralați la *Spirogyra* etc.). În urma meiozei rămâne viabil un singur nucleu ce va dezvolta un nou filament (Fig. 46).

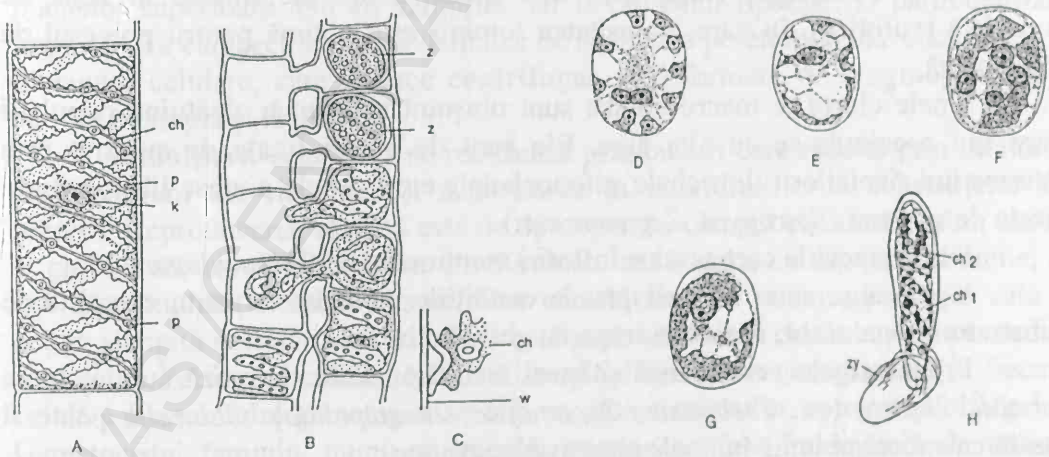


Fig. 46. Zygnematales: A. *Spirogyra* sp., celulă (ch – cloroplast, k – nucleu, p – pirenoid), B. *Spirogyra quinina*, copulare anizogamă (z – zigot), C. cloroplast (ch) lângă peretele celular (w), D-H. copularea, formarea zigotului, diviziunea acestuia, degenerarea a trei nuclei, geminarea (zy – peretele zigotului, ch – cloroplast)

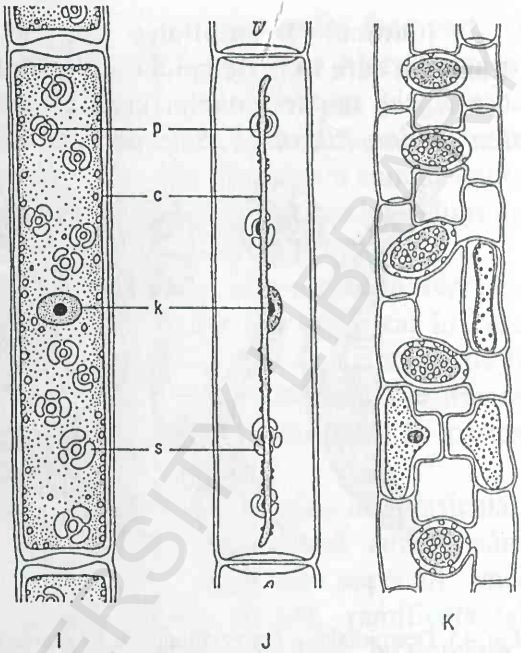


Fig. 46-bis. Zygnematales: I-K. *Mougeotia* sp., cloroplast în vedere frontală şi profil (c – cloroplast, k – nucleu, p – pirenoid, s – amidon) şi copularea izogamă (după Strasburger et al. 1998, p. 627)

Răspândire, ecologie

Majoritatea algelor verzi trăiesc în ape dulci. Doar 10% dintre clorofite trăiesc în ape marine şi oceanice. Zignematalele sunt caracteristice apelor cu pH scăzut (mlaştini acide).

Clorofitele microscopice intră în alcătuirea fitoplanctonului (ex. *Chlamydomonas*, *Volvox*, *Pandorina*, *Eudorina*, *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Cosmarium*, *Closterium* etc.). Cele mai multe dintre ele trăiesc în zona de suprafață (eufotică), în care intensitatea luminii este optimă pentru procesul de fotosinteză.

Unele clorofite macroscopice sunt obişnuit submerse, alcătuind populații pure sau asociindu-se cu alte alge. Ele sunt de obicei fixate de substrat prin intermediul rizoizilor (ulotrichale, sifonocladale etc.). Altele plutesc liber, nefiind fixate de substrat (*Spirogyra*, *Zygnema* etc.).

Dintre speciile care produc înfloriri menționăm pe *Chlamydomonas*.

Unele alge verzi s-au adaptat la condițiile mediului terestru, crescând pe substraturi umede: sol, nămoluri, zăpadă, gheață etc.

Printre algele verzi există şi specii care trăiesc în simbioză cu ciupercile formând licheni (ex. *Trebouxia*, *Coccomyxa*, *Trentepohlia*). *Chlorella* poate fi găsită ca endosimbiontă în unele organisme acvatice.

Importanța algelor verzi este în primul rând de natură biologică, ele numărându-se printre principalii producătorii primari din mediul acvatic. Speciile cu tal foliaceu (lamelar) sunt folosite ca sursă de hrană de către oameni. *Chlorella*

este utilizată ca supliment nutritiv, dar şi în cercetări de laborator. A fost experimentată cu succes în alimentaţia cosmonauţilor şi a fost considerată hrana viitorului. Aproape 50% din substanţa uscată conţinută de celula de *Chlorella* este reprezentată de proteine. O altă algă interesantă din punct de vedere economic este *Botrycoccus* sp.. Aceasta se prezintă sub formă de colonie mobilă şi produce ca substanţe de rezervă uleiuri ce ar putea fi folosite pentru obţinerea de combustibil. Tot ca potenţială sursă de combustibil este văzut şi *Chlamydomonas reinhardtii* (Nabors 2004).

VI.2.1.13. Încrengătura Charophyta

Caractere generale

Grupează alge cu tal pluricelular, mult diferenţiat, amintind de organizarea unor cormofite.

Aparatul vegetativ este de tip cladomial, uniaxial, cu axa verticală alcătuită din noduri şi internoduri. Talul este fixat de substrat prin rizoizi pe care pot apare bulbili. La fiecare nod se dezvoltă pleuridii care au aceeaşi alcătuire ca şi axa principală. Nodurile sunt formate din celule scurte, în timp ce internodurile sunt formate din celule lungi. Un internod este format dintr-o celulă centrală acoperită de celule corticale. Celulele nodale sunt uninucleate în timp ce celulele internodale au structură cenocitică.

Organizarea celulară ete similară cu cea a clorofitelor. Pereţii celulari sunt uneori puternic impregnaţi cu $CaCO_3$. Cloroplastele sunt numeroase, lenticulare, asemănătoare cu cele ale plantelor superioare. Printre ele se află şi leucoplaste. Conţin clorofilă a şi b, iar amidonul este asemănător cu cel al plantelor superioare. Nu au xantofile, iar α-carotenul lipseşte. O particularitate importantă a caraceelor este modalitatea de formare a peretelui transversal în urma diviziunii celulare, care se face **centrifugal**, prin formare de **fragmoplast,** aşa cum se întâmplă şi la plante.

Înmulţirea vegetativă se realizează prin bulbili care rezultă prin dilatarea unor porţiuni ale rizoizilor şi acumularea în interiorul lor a substanţelor de rezervă. Reproducerea sexuată este de tip oogamie. Gametocistul masculin, numit şi **globul**, are un perete alcătuit din 9 celule: una bazală, cu aspect de butelie, şi opt triunghiulare, numite octante. Din centrul fiecărei octante porneşte câte o celulă alungită numită manubrium. Acesta poartă terminal celule mai mici numite capitulare. Pe fiecare celulă capitulară se află 4 filamente gametogene. În fiecare celulă a filamentului gametogen se află un gamet masculin, spiralat şi biflagelat. Gametocistul feminin, numit şi **nucula**, conţine oosfera înconjurată de ramuri sterile care la partea terminală au 1–2 pereţi despărţitori şi formează 1-2 celule în funcţie de care se şi clasifică caraceele. Capetele terminale formează o coronulă alcătuită din 5 sau 10 celule. După fecundaţie peretele oogonului se îngroaşă devenind oospor sau mai exact zigospor. Acesta are culori diferite, cu importanţă

taxonomică. Charofitele sunt haplobionte. La germinare zigotul se divide reducțional şi apoi normal, dezvoltând un nou individ.

Clasificare, reprezentanți

Încrengătura cuprinde o singură clasă – **Charophyceae** – cu un singur ordin – **Charales** – şi o singură familie – **Characeae**. Aceasta din urmă are două subfamilii: **Charoideae** şi **Nitelloideae**. *Chara braunii* se caracterizează prin lipsa celulelor corticale. *Chara fragilis* (Fig. 47) şi *C. vulgaris* sunt specii corticate. Speciile genului *Nitella* au talul necorticat, iar coronula este alcătuită din 10 celule.

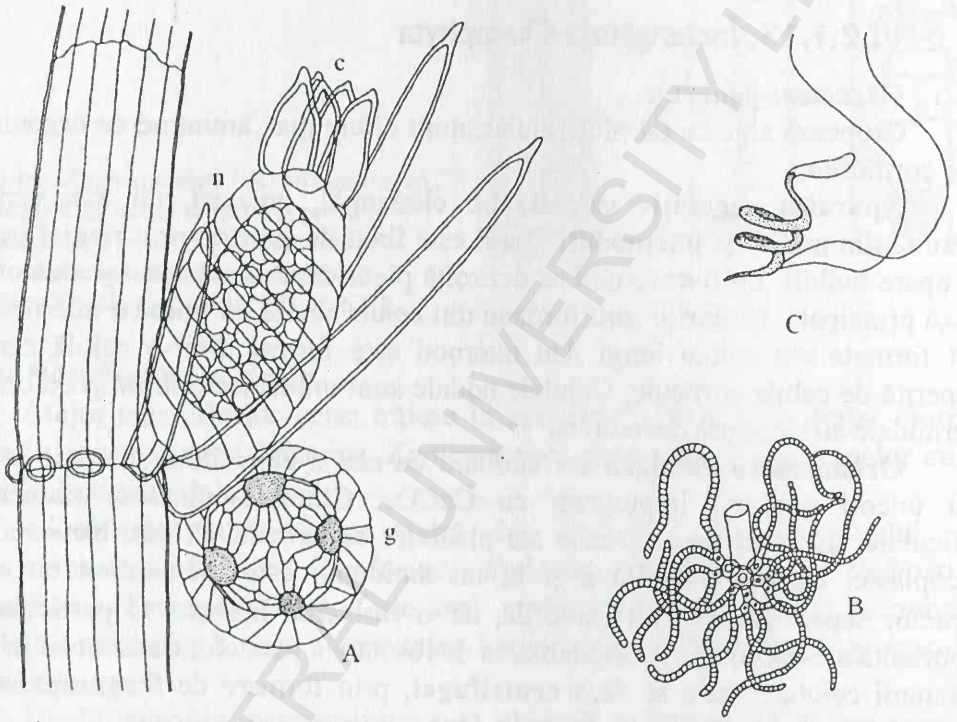


Fig. 47. Charophyta: A. *Chara fragilis* – fragment de tal cu globul (g) şi nucula (n), B. filamente gametogene, C. Gamet masculin (după Strasburger et al. 1998, p. 628)

Răspândire, ecologie

Caraceele preferă apele eutrofe, bogate în calcar; puține specii trăiesc în ape acide, turbării. Speciile genului *Chara* trăiesc în ape dulci, stagnante, în lacuri şi orezării, formând pe fundul apelor adevărate desişuri subacvatice.

VI.2.2. Regn Plantae

Plantele sunt organisme fotoautotrofe terestre, unele adaptate secundar la mediul de viață acvatic. Au ciclul de viață digenetic: generația haploidă (gametofitul) alternează cu generația diploidă (sporofitul). În ciclul de viață

al plantelor apare o structură nouă – embrionul. Acesta este definit ca un sporofit imatur care este ataşat gametofitului (Simpson 2007). O altă caracteristică importantă a plantelor este prezența cutinei şi cuticulei. Cuticula este un strat protectiv aflat la suprafața externă a epidermei. Aceasta este formată din cutină, un polimer de acizi graşi, şi funcționează ca o barieră împotriva pierderilor de apă. Plantele, spre deosebire de alge, prezintă țesuturi adevărate. Meristemele apicale sunt regiuni în care celulele se divid activ asigurând creşterea plantei. Țesutul parenchimatic poate îndeplini multiple funcții: respirație, nutriție, transport lateral, depozitare, regenerare, cicatrizare. Țesutul conducător asigură circulația sevei brute şi a sevei elaborate în corpul plantei. Față de situația gametociştilor întâlniți la alge, celulele reproducătoare ale plantelor (anterozoizii/spermatiile şi oosfera) sunt protejate de un strat de celule sterile, în cadrul unor structuri numite gametangi (anteridii, respectiv arhegoane).

Regnul Plantae cuprinde muşchii vegetali (Bryophyta), ferigile (Pteridophyta), gimnospermele (Pinophyta) şi angiospermele (Magnoliophyta).

VI.2.2.1. Încrengătura Bryophyta

Caractere generale

Briofitele sunt plante avasculare, autotrofe, terestre, secundar acvatice, de dimensiuni reduse (rar ating 50 cm înălțime la *Dawsonia*). Se cunosc circa 35000 de specii răspândite în toate regiunile geografice, preponderent în habitate cu umiditate ridicată.

Se disting de alte grupe de plante prin ciclul de viață digenetic diplo-haplofazic, cu generația gametofitică dominantă, reprezentată de planta propriu-zisă.

Sunt organisme talofite, talul putând fi lamelar sau cormoid.

Talul lamelar, numit şi **eutal**, prezintă ramificații dichotomice. Este caracteristic hepaticatelor primitive.

Talul cormoid, diferențiat în rădăciniță, tulpiniță şi frunzişoare, este întâlnit la jungermaniopside şi la toate briopsidele.

Cum deosebim un tal cormoid de la jungermaniopside de unul de la briopside? La jungermaniospide tulpinițele sunt turtite, plagiotrope sau ortotrope; frunzişoarele nu au nervură şi nu sunt niciodată terminate într-un singur vârf; au o dispoziție distichă sau tristichă, în ultimul caz seria ventrală fiind reprezentată prin amfigastre; rizoizii sunt unicelulari. La briopside tulpinițele sunt cilindrice, de obicei ortotrope; frunzişoarele, nervate sau fără nervură, au întotdeauna un singur vârf şi sunt dispuse pe tulpină pe mai multe serii (dipoziție polistichă); rizoizii sunt pluricelulari.

Din punct de vedere anatomic eutalul unor specii este mult diferențiat. Astfel, la *Marchantia polymorpha* acesta are următoarea structură (Fig. 48):

epidermă superioară cu stomate în formă de butoiaş (4 etaje fiecare cu câte 4 celule); ţesut asimilator alcătuit din filamente asimilatoare uniseriale care delimitează camere aerifere unistratificate; ţesut de înmagazinare alcătuit din celule care conţin oleocorpi şi celule care conţin apă; epiderma inferioară pe care se dezvoltă solzi pluricelulari şi rizoizi unicelulari.

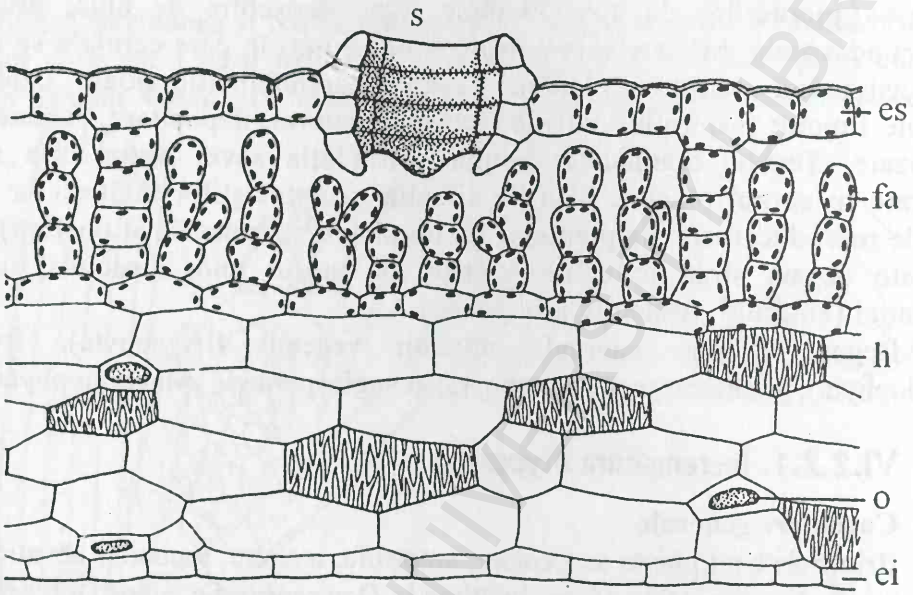


Fig. 48. *Marchantia polymorpha* – structura talului: ei – epiderma inferioară, es – epiderma superioară, fa – filamente asimilatoare, h – hidrocite, o – oleocorp, s – stomată (după Strasburger et al. 1978, p. 644)

La speciile cu tal cormoid structura anatomică este mai complexă. Astfel, tulpiniţa prezintă următoarele ţesuturi, dinspre exterior spre interior: epidermă; ţesut mecanic cu rol de susţinere; ţesut parenchimatic cu rol de depozitare; ţesut conducător alcătuit din **hidroide** (celule cu pereţi îngroşaţi) şi **leptoide** (celule cu pereţi subţiri). Aceste celule funcţionale sunt asemănătoare traheidelor şi tuburilor ciuruite întâlnite la plantele vasculare. Totalitatea hidroidelor formează **hadromul**, iar totalitatea leptoidelor formează **leptomul**.

La muşchiul de turbă (*Sphagnum* sp.), datorită condiţiilor ecologice speciale, structura tulpiniţei este diferită de a celorlalţi muşchi. Astfel, aceasta prezintă: hialoderma – alcătuită din unul sau mai multe straturi de celule mari, cu pereţi celulari subţiri; ţesut mecanic; parenchim medular.

Frunzişoarele celor mai multe briofite sunt în alcătuite dintr-un singur strat de celule, numai nervura putând prezenta mai multe straturi celulare. La muşchiul de turbă acest unic strat este alcătuit din celule mari, hialine, moarte, cu pori (hialocite) şi celule mici, cu clorofilă (clorocite) (Fig. 49 C, D).

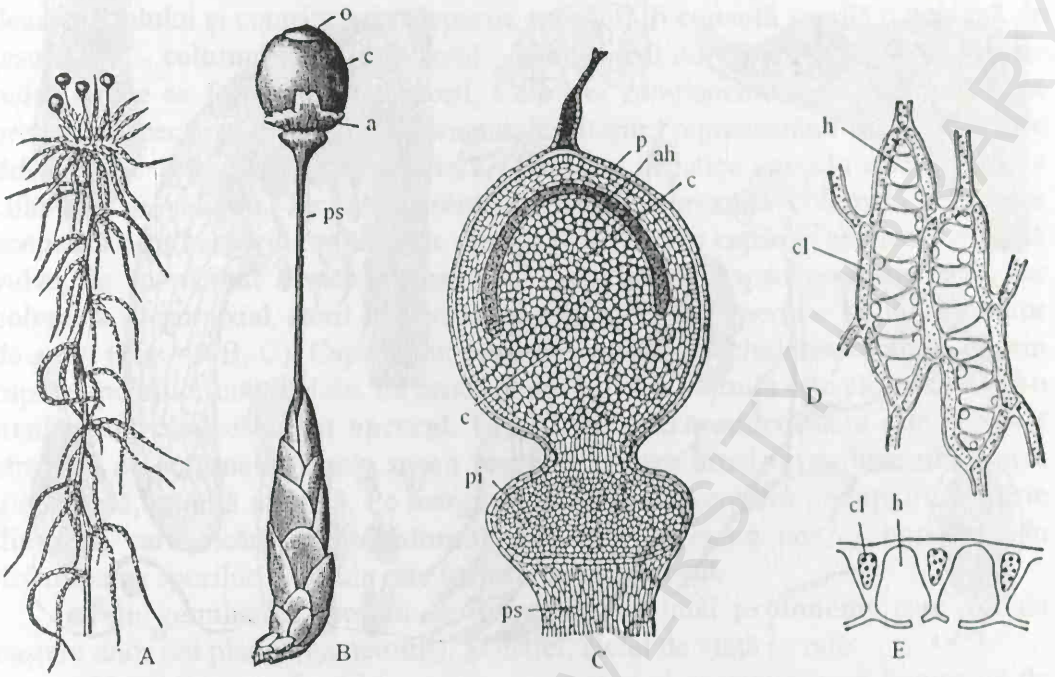


Fig. 49 *Sphagnum* sp.: A. gametofit cu 4 sporogoane, B. sporogon (ps – pseudopodiu, a – rest al peretelui arhegonului, c – capsulă, o – opercul), C – secțiune longitudinală prin capsulă (ps – pseudopodiu, pi – picior, c– columelă, ah – arhespor, p – peretele capsulei), D. frunzișoară – vedere asupra unei fețe (h – hialocite, cl – clorocite), E. frunzișoară în secțiune (după Strasburger et al. 1961, p. 464)

Evoluția talului începe cu un stadiu tranzitoriu obligatoriu – **protonema**. Aceasta are o organizare variată și se distinge de talurile algale prin prezența unor pereți despărțitori oblici între celule, la alge aceștia fiind perpendiculari.

Pe tal se formează **gametangi** masculini și feminini, respectiv, anteridii și arhegoane.

La mușchii cu eutal, gametangii se dezvoltă pe fragmente de tal metamorfozate numite **anteridiofori** și, respectiv, **arhegoniofori**, în funcție de gametangii pe care-i poartă (Fig. 50). Ambii sunt pedicelați, iar terminal sunt dilatați disciform. Pe această zonă, numită receptacul, se dezvoltă gametangii. Cei masculini sunt situați pe partea dorsală a receptaculului, cei feminini sunt situați pe partea ventrală și sunt protejați de un înveliș numit **perichețiu**. Fiecare arhegon, la rândul său, prezintă un înveliș propriu numit **pseudoperiant**.

La mușchii cu tal cormoid anteridiile și arhegoanele se dezvoltă în vârful tulpiniței sau lateral pe aceasta. Printre ele se află celule sterile cu rol protector numite **parafize**. Protecția anteridiilor și arhegoanelor este asigurată de frunzișoare modificate ce alcătuiesc „perigonul", respectiv, „perichețiul" (Fig. 51).

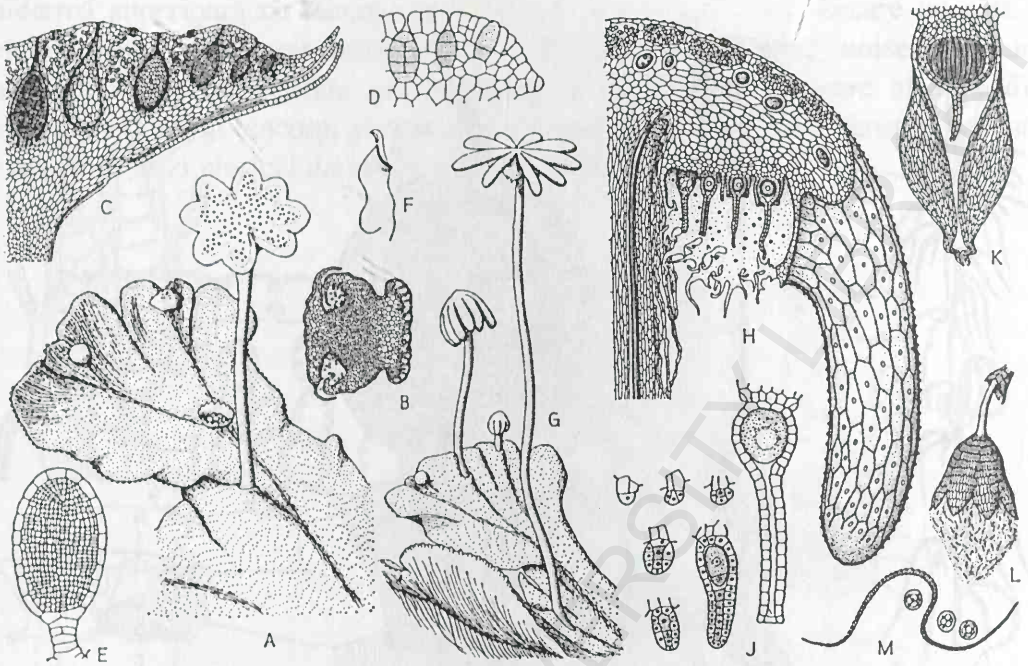


Fig. 50. *Marchantia polymorpha*: A. tal cu anteridiofori, B. secțiune transversală prin pedunculul anteridioforului, C. secțiune longitudinală prin receptaculul anteridioforului, D. fragment din receptacul cu anteridii, E. anteridie, F. anterozoid, G. tal cu arhegoniofori, H. secțiune longitudinală prin arhegoniofor, J. stadii în dezvoltarea arhegonului, K. sporogon, L. sporogon în momentul dispersiei sporilor, N. spori și elatere (după Strasburger et al. 1978, p. 645)

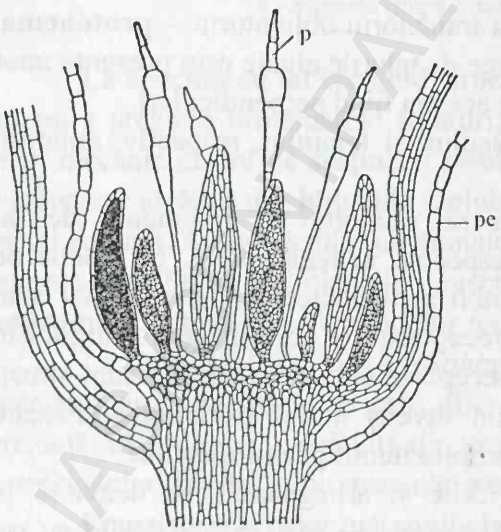


Fig. 51. *Mnium hornum*: Receptacul cu anteridii protejate de parafize (p) și „pericheţiu" (pe) (după Strasburger et al. 1961, p. 460)

În anteridii se formează mai mulți **gameți masculini mobili** (anterozoizi), în timp ce arhegoanele conțin câte un singur gamet feminin – **oosfera**. În urma fecundației, care se poate realiza numai în prezența unui mediu umed, rezultă **zigotul** care prin germinare va forma **embrionul**, apoi **sporofitul** (sporogonul), de dimensiuni reduse și permanent dependent de gametofit. În stadii tinere sporogonul este protejat de peretele arhegonului care devine prin desprinderea de restul gametofitului **caliptră**.

Sporofitul (sporogonul) este alcătuit din picior, setă și capsulă. **Piciorul** pătrunde în gametofit pentru a absoarbe substanțele nutritive necesare sporogonului. **Seta** ridică capsula

deasupra talului şi contribuie la dispersia sporilor. În **capsulă** se află o coloană de ţesut steril – **columela** – şi ţesut fertil – **arhesporul** din care în urma diviziunilor reducţionale se formează meiosporii. Cele trei componente ale sporofitului pot prezenta aspecte morfologice şi structurale diferite, reprezentând astfel caractere diferenţiale de clasă şi chiar subclasă. Astfel, la hepatice capsula este lipsită de columelă şi caliptră. La antocerotopside capsula prezintă columelă care este acoperită de arhesporul în formă de clopot. Deschiderea capsulei se face prin două valve, în momentul dispersiei sporilor. La sfagnide capsula nu are setă, iar columela - ţesut axial, steril – nu străpunge complet arhesporul – ţesutul formator de spori (Fig. 49 B, C). Capsula nu prezintă opercul, deschiderea făcându-se prin ruperea pereţilor unor celule. La briide şi politrichide capsula este alcătuită dintr-o **urnă** şi un căpăcel numit **opercul**. Urna conţine **arhesporul** care este complet străpuns de **columelă**. Unele specii prezintă la baza urnei o porţiune mai mică, globuloasă, numită **apofiză**. Pe marginea urnei se diferenţiază prelungiri, ca nişte dinţişori, care alcătuiesc **peristomul**. Acestuia îi revine un rol important în diseminarea sporilor. Capsula este închisă de un **opercul**.

Prin germinarea sporilor se formează mai întâi **protoneme** care vor da naştere unor noi plante (gametofiţi). Şi astfel, ciclul de viaţă se reia.

Muşchii se pot înmulţi nu numai sexuat ci şi vegetativ, prin fragmente de tal sau prin propagule. Acestea din urmă sunt situate de obicei pe marginea talului gametofitic, dar la *Marchantia* sp. se formează în interiorul unor structuri asemănătoare unor cupe sau coşulţe (Fig. 50 A).

Clasificare, reprezentanţi

Încrengătura **Bryophyta** cuprinde patru clase: Anthocerotopsida, Marchantiopsida (Hepaticae p.p.), Jungermaniopsida (Hepaticae p.p.) şi Bryopsida (Bryatae, Musci).

Clasa Anthocerotopsida (Anthocerotatae)

Grupează circa 100 specii de briofite taloase, cu aspect de rozetă. Caracterele morfologice şi anatomice, atât ale sporofitului, cât şi ale gametofitului, le deosebesc net de ceilalţi muşchi vegetali (Fig. 52):

- Celulele conţin 1–2 cloroplaşti cu pirenoid, structuri caracteristice cloroplaştilor algelor eucariote;
- Celulele stomatice sunt reniforme, dar ostiolul format de acestea reprezintă deschiderea unei cavităţi mucilaginoase;
- Sporogonul prezintă creştere continuă datorită meristemului existent la baza sa;
- Capsula este mult alungită şi permanent verde datorită cloroplastelor pe care le conţin celulele din structura sa;
- Capsula prezintă columelă, iar arhesporul are aspect de clopot;

- Capsula se deschide prin două valve în momentul dispersiei sporilor;
- Au relații de simbioză cu cianobacterii care trăiesc în cavități ale talului.

Clasa cuprinde un singur ordin – **Anthocerotales** – cu două familii. La noi în țară cresc *Anthoceros levis*, pe sol umed, în mirişti, la marginea pădurilor, şi *Anthoceros punctatus*, pe sol nisipos umed.

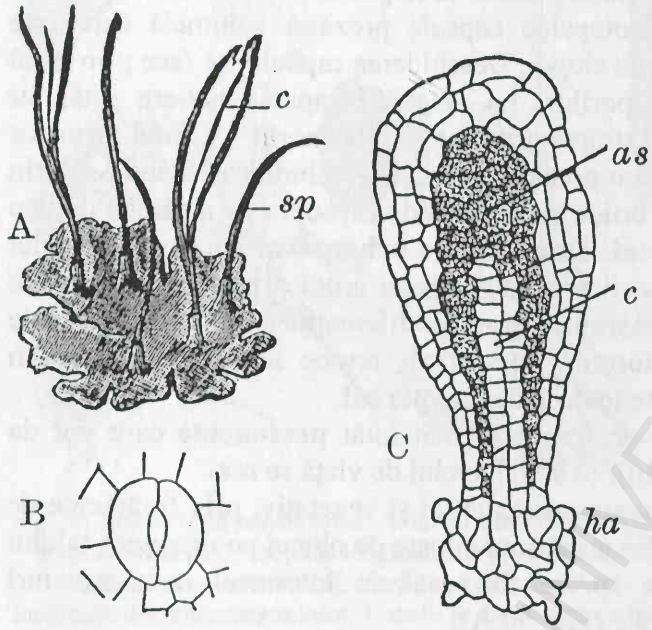


Fig. 52 *Anthoceros* sp.: A. gametofit cu sporogoane (sp), B. stomată reniformă, C. secțiune longitudinală prin sporogon (ha – haustor, c – columela, as – arhespor) (după Strasburger et al. 1961, p. 454)

Clasa Marchantiopsida (Hepaticae p.p.)

Grupează specii eutalice. Acestea sunt caracterizate de prezența celulelor cu oleocorpi, nemaiîntâlniți la nici un alt grup de plante sub această formă, prezența elaterelor unicelulare – structuri higroscopice care ajută la dispersia sporilor, prezența pe fața dorsală a unor pori care reprezintă deschideri ale „stomatelor". Capsula nu prezintă columelă şi caliptră. Eliberarea sporilor se realizează prin desfacerea acesteia în patru valve. Protonema este scurt tubulară. Talul este fixat de substrat prin rizoizi unicelulari. Această clasă cuprinde trei ordine: Sphaerocarpales, Marchantiales, Metzgeriales. Ultimele două ordine au reprezentanți şi în flora țării noastre.

Ordinul **Sphaerocarpales** reuneşte forme taloase, cu aspect de rozetă (*Sphaerocarpus*) sau format dintr-o axă şi o aripă ondulată la speciile acvatice de *Riella*. Gametangii prezintă un înveliş piriform apical cu o deschidere. Tetradele de briospori sunt însoțite de celule sterile (elatere) (Pop et al. 1984).

Ordinul **Marchantiales** reuneşte speciile eutalice, cu structură complexă, prezentată mai sus, în caracterizarea generală a briofitelor.

Marchantia polymorpha (coada rândunicii, fierea pământului) creşte pe soluri şi pietre umede, mai ales în regiunea montană. *Conocephalum conicus*

creşte frecvent pe stânci şi sol umed în zona forestieră din întreaga ţară. Pe suprafaţa talului prezintă numeroase câmpuri hexagonale, vizibile cu ochiul liber. *Bucegia romanica* creşte pe sol umed calcaros în zona alpină. Această specie a fost descoperită de S. Radian în Munţii Bucegi. Spre deosebire de primele două specii, *Bucegia romanica* nu prezintă filamente asimilatoare.

Ordinul **Metzgeriales** reuneşte specii eutalice cu structură mai simplă (Fig. 53 A, B, C). Talul este în general unistratificat, doar la nivelul nervurilor pluristratificat. *Blasia* sp. se remarcă prin lobarea talului pe laturi, însuşire care sugerează modul de diferenţiere al frunzişoarelor, în alternativa în care formele taloase sunt considerate primare (Pop et al. 1984). *Fossombronia* sp. prezintă două serii de frunzişoare cu baza pluristratificată. La Metzgeriales arhegoanele se dezvoltă dorsal, iar capsula se deschide în patru valve. Elaterele sunt fixate în fascicule la vârful acestora. Printre speciile mai răspândite de la noi amintim *Metzgeria conjugata* care creşte pe stânci sărace în calcar, pe sol, în staţiuni umede şi umbrite, la marginea izvoarelor din făgete şi gorunete.

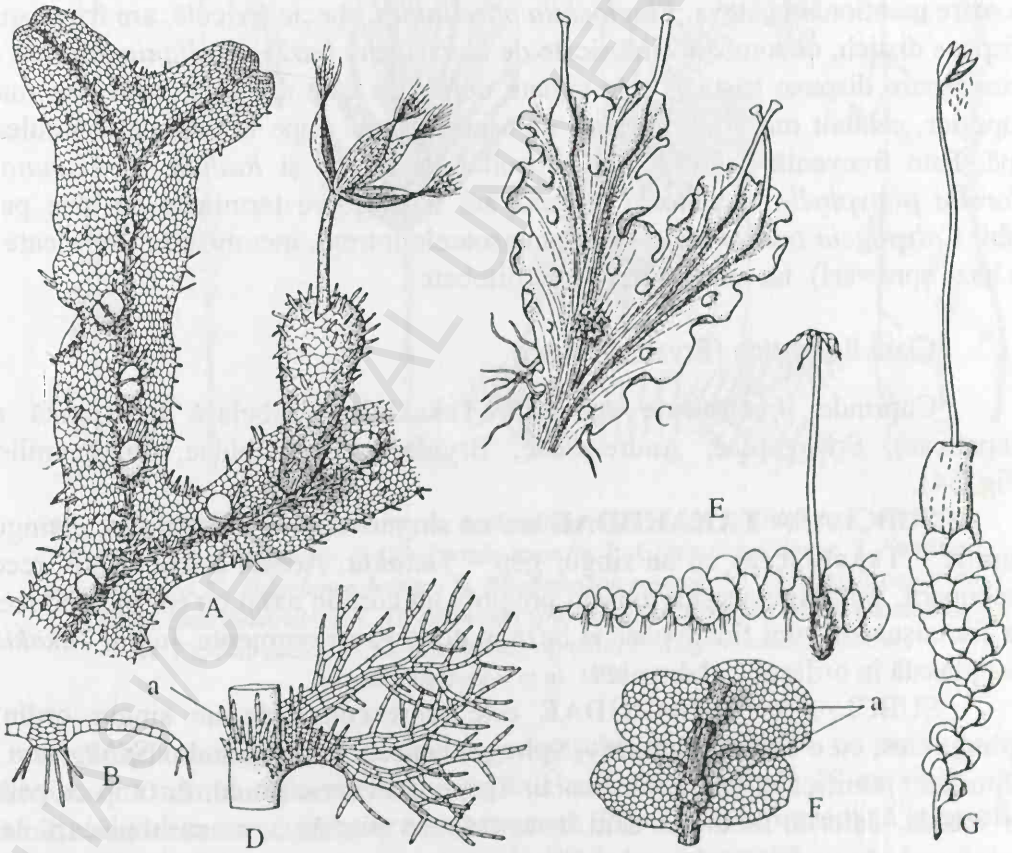


Fig. 53 Metzgeriales şi Jungermaniales: A. *Metzgeria conjugata* – tal, B. *Metzgeria conjugata* – secţiune prin tal, C. *Blasia pusilla*, D. *Trichocolea tomentella* (a – amfigastră), E. *Calypogeia trichomanis*, F. *Calypogeia trichomanis* – vedere ventrală (a – amfigastre), G. *Scapania undulata* (după Strasburger et al. 1978, p. 648)

Clasa Jungermaniopsida (Hepaticae p.p.)

Cuprinde specii cu tal cormoid. Tulpinițele sunt turtite dorso-ventral, frunzișoarele sunt dispuse distich sau tristich. Capsulele se deschid prin patru valve.

Ordinul **Calobryales** grupează specii lipsite de rizoizi și cu partea hipogeică având micorize endotrofe. Frunzișoarele, dispuse tristich, sunt izomorfe. Ordinul nu are reprezentanți în brioflora României.

Ordinul **Jungermaniales** cuprinde specii cu frunzișoarele dispuse distich sau tristich, în ultimul caz seria ventrală fiind reprezentată prin amfigastre (Fig. 53 D-G). Modul de inserție al frunzișoarelor pe ramuri reprezintă un indicator sistematic important (Pop et al. 1984). Arhegoanele se dezvoltă terminal și sunt protejate de frunzișoare cu aspect particular, adesea concrescute, care alcătuiesc așa-numitul „periant". La periferia acestuia se găsesc alte frunzișoare, de asemenea, cu rol protector. Sporogonul este asemănător celui de la metzgeriale. Protonema este variabilă, alcătuită, în general, din puține celule.

Dintre numeroasele specii de jungermaniale care se găsesc în brioflora țării noastre menționăm câteva. *Plagiochila porelloides*, specie tericolă, are frunzișoare dispuse distich, decombant (imbricate de la vârf spre bază). *Frullania dilatata* are frunzișoare dispuse tristich, cele situate dorsal cu câte doi lobi, unul mai mare, superior, celălalt mai mic, inferior, de aspectul unei cupe în care se acumulează apă. Este frecventă pe ritidomul copacilor, la fel ca și *Radula complanata* și *Porella platyphylla*. *Lepidozia reptans* are frunzișoare terminate cu câte patru lobi. *Calypogeia trichomanies* are frunzișoarele întregi, incombante (imbricate de la bază spre vârf), iar amfigastrele sunt bilobate.

Clasa Bryopsida (Bryatae, Musci)

Cuprinde următoarele subclase: Takakiidae (subclasă transferată din Hepaticae), Sphagnidae, Andreaeidae, Bryidae, Polytrichidae, Buxbaumiidae (Fig. 54).

SUBCLASA **TAKAKIIDAE** are un singur ordin – **Takakiales**, o singură familie – **Takakiaceae** cu un singur gen – ***Takakia***. Acesta a fost relativ recent descoperit. Tulpinița acestui mușchi prezintă un cordon axial cu rol în conducere, iar frunzișoarele sunt fidate până la bază în două-patru segmente. Inițial *Takakia* a fost plasată în ordinul Calobryales.

SUBCLASA **SPHAGNIDAE** este reprezentată de un singur ordin – **Sphagnales**, cu o singură familie – **Sphagnaceae**. Speciile genului ***Sphagnum*** au tulpinițele ramificate, lipsite de rizoizi. Tulpinițele cresc anual, în timp ce partea lor bazală, datorită mediului acid în care cresc (turbării), se carbonizează lent, transformându-se treptat în turbă. La noi în țară cresc aproximativ 30 specii de *Sphagnum*. Aminim dintre acestea: *Sphagnum squarrosum*, *Sphagnum fuscum*, *Sphagnum innundatum* etc.

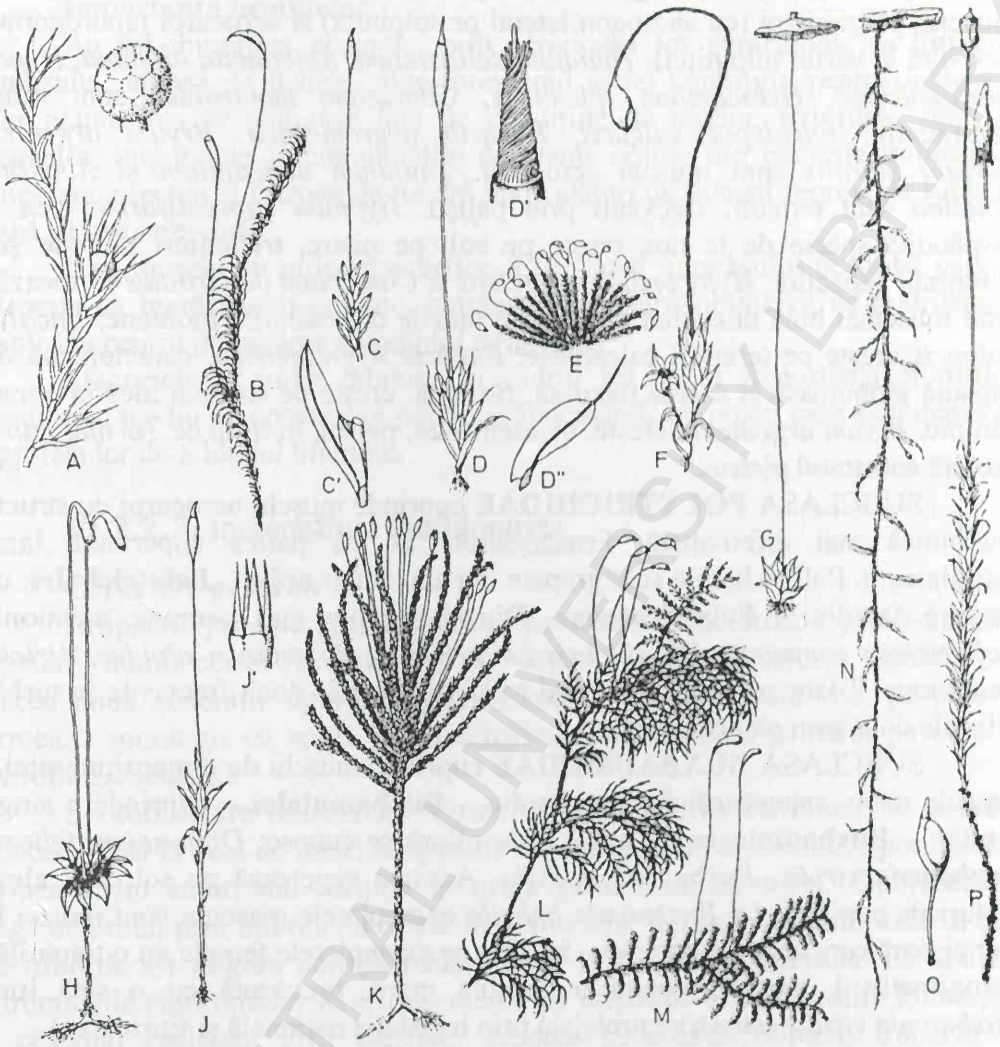


Fig. 54 Bryopsida – reprezentanţi: A. *Archiudium phascoides*, B. *Dicranum scoparium*, C-C'. *Fissidens bryoides*, D-D''. *Tortula muralis*, E. *Grimmia pulvinata*, F. *Funaria hygrometrica*, G. *Splachnum luteum*, H. *Rhodobryum roseum*, J-J'. *Tetraphis pellucida*, K. *Climacium dendroides*, L. *Hylocomium splendens*, M. *Cratoneuron commutatum*, N. *Papillaria deppei*, O. *Buxbaumia aphylla*, P. *Polytrichum commune* (după Strasburger et al. 1978, p. 465)

Subclasa **Andreaeidae** cuprinde muşchi de talie mică ce cresc pe roci silicioase. Ordinul Andreaeales, singurul al acestei subclase, cuprinde două familii: **Andreaeaceae** şi **Andreaeobryaceae**. Prima este reprezentată în brioflora ţării noastre de *Andreaea rupestris*, răspândită în zona montană.

SUBCLASA **BRYIDAE** cuprinde majoritatea speciilor de muşchi. Soporogonul acestora este format dintr-o capsulă de dimensiune, formă şi culoare diferită, susţinută de o setă cu lungimi variabile. Unele specii pot fi lipsite de setă.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

În funcție de poziția sporogonului pe gametofit, se deosebesc două tipuri de mușchi: pleurocarpi (cu sporogon lateral pe tulpiniță) și acrocarpi (sporogonul se dezvoltă în vârful tulpiniței). *Thuidium delicatulum*, *Abietinella abietina*, *Hypnum cupressiforme*, *Hylocomium splendens*, *Climacium dendroides* sunt mușchi pleurocarpi. *Encalypta vulgaris*, *Funaria hygrometrica*, *Bryum argenteum*, *Tortula muralis* sunt mușchi acrocarpi. *Thuidium delicatulum* și *Abietinella abietina* sunt tericoli, frecvenți prin pajiști. *Hypnum cupressiforme*, cea mai răspândită specie de la noi, crește pe sol, pe pietre, trunchiuri putrede și pe ritidomul copacilor. *Hylocomium splendens* și *Climacium dendroides* formează un strat muscinal bine dezvoltat pe solurile umede din pădurile montane. *Encalypta vulgaris* crește pe terenuri calcaroase. *Funaria hygrometrica*, caracterizată de o capsulă globuloasă și o setă flexuasă, răsucită, crește pe sol mai ales în zona de câmpie. *Bryum argenteum* crește, de asemenea, pe sol, în timp ce *Tortula muralis* preferă substratul pietros.

SUBCLASA **POLYTRICHIDAE** cuprinde mușchi acrocarpi cu structură anatomică mai diferențiată. Frunzișoarele au pe partea superioară lamele asimilatoare. Politrichidele sunt grupate într-un singur ordin – **Polytrichales**, cu o singură familie – **Polytrichaceae**. Dintre speciile mai comune menționăm: *Polytrichum commune*, *Polytrichum juniperinum*, *Pogonatum aloides*, *Atrichum undulatum*. Toate acestea sunt specii tericole, primele două frecvente în turbării, ultimile două prin păduri montane.

SUBCLASA **BUXBAUMIIDAE** cuprinde mușchi de dimensiuni mici, cu capsula mare, asimetrică. Singurul ordin – **Buxbaumiales** – cuprinde o singură familie – **Buxbaumiaceae**. La noi în brioflora se cunosc: *Diphyscium foliosum*, *Buxbaumia viridis*, *Buxbaumia aphylla*. Acestea vegetează pe sol, mai ales în păduri de conifere. La *Buxbaumia aphylla* exemplarele mascule sunt reduse la o frunzișoară care acoperă anteridia, în timp ce exemplarele femele au o tulpiniță de aproximativ 1 mm ce poartă o capsulă mare, prevăzută cu o setă lungă. *Buxbaumia viridis* este strict protejată prin legislația națională și Europeană.

Ecologie și răspândire

Briofitele au o largă răspândire pe suprafața globului, vegetând pe substraturi variate, din regiunile ecuatoriale până în cele polare, de la șes la munte. Cele mai multe cresc în cuprinsul pădurilor, mai ales în regiunile montane unde găsesc condiții favorabile de umiditate și umbră. Sunt unele briofite care tolerează însă și condițiile de secetă. Printre acestea se află specii ale genului *Tortula* care sunt prevăzute la capătul frunzișoarelor cu peri ce împiedică pierderile excesive de apă (Nabors 2004).

Mușchii cresc pe substraturi diferite: sol, ritidomul copacilor, lemn în descompunere, pietre, stânci, ziduri. Unele briofite trăiesc în mediul acvatic, fiind flotante sau fixate. Alte specii sunt epifite. Acestea se dezvoltă pe frunzele arborilor, în zonele tropicale.

Importanța briofitelor

Au rol important ecologic, prin activitatea lor contribuind la formarea humusului, alături de licheni, alge, pregătind astfel condițiile pentru instalarea altor plante mai pretențioase față de condițiile de mediu. Briofitele sunt, de asemenea, importante în comunitățile de plante epifite din pădurile tropicale şi temperate, precum şi în zona de tundră unde alături de licheni reprezintă sursa de hrană pentru ierbivore.

Unii mușchi au utilizări practice. Este cazul mușchiului de turbă care se folosește ca îngrășământ organic, combustibil, pentru obținerea de gudroane şi fenoli sau pentru prepararea nămolului terapeutic.

Sfagnetele şi turba produsă în cadrul lor au şi importanță ştiințifică, constituind mediu de conservare pentru grăuncioarele de polen care s-au depus pe suprafața lor de-a lungul timpului.

VI.2.2.2. Încrengătura Pteridophyta

Caractere generale

Grupează primele plante apărute pe uscat, caracterizate printr-un corp vegetativ numit corm. În ciclul lor de viață, ca în cazul tuturor plantelor, se succed două generații: sporofitul reprezentând planta propriu-zisă, pe care se formează sporangii cu spori, şi gametofitul, reprezentând protalul pe care se dezvoltă gametangii.

Sporofitul are dimensiuni variabile, de la câțiva centimetri la speciile erbacee, până la zeci de metri la speciile arbustive şi arborescente. Sporofitul se formează din embrionul rezultat în urma germinării zigotului. Embrionul se leagă de protal prin intermediul unui masiv celular numit talpa embrionului care are rolul de a-i asigura nutriția până ajunge la stadiul de plantulă. La una din extremitățile embrionului se disting mugurele tulpiniței şi primordiile foliare, iar la cealaltă, radicula. Prin creştere, acestea generează tulpina, frunzele şi, respectiv, rădăcina.

La ferigile mature rădăcina primară, de origine embrionară, lipsește; ea este înlocuită de rădăcini secundare adventitive, de origine caulinară. Majoritatea rădăcinilor se ramifică dichotomic sau pseudodichotomic.

Tulpina celor mai multe ferigi se ramifică, de asemenea, dichotomic sau pseudodichotomic. Doar puține specii au tulpini ramificate verticilat sau monopodial. Numeroase ferigi au doar tulpină subterană, reprezentată de un rizom. Din punct de vedere structural, tulpina este formată din epidermă, scoarță şi cilindru central (stel). În cilindrul central se găsește țesut conducător liberian şi lemnos. Țesutul conducător lemnos este alcătuit din traheide, cel mai adesea de tip scalariform, şi, uneori, trahei (ex. La *Selaginella*, *Athyrium*). Stelul este foarte variat în cadrul încrengăturii, de la cel primitiv, de tip protostel, până la cele mai evoluate, de tip eustel şi atactostel.

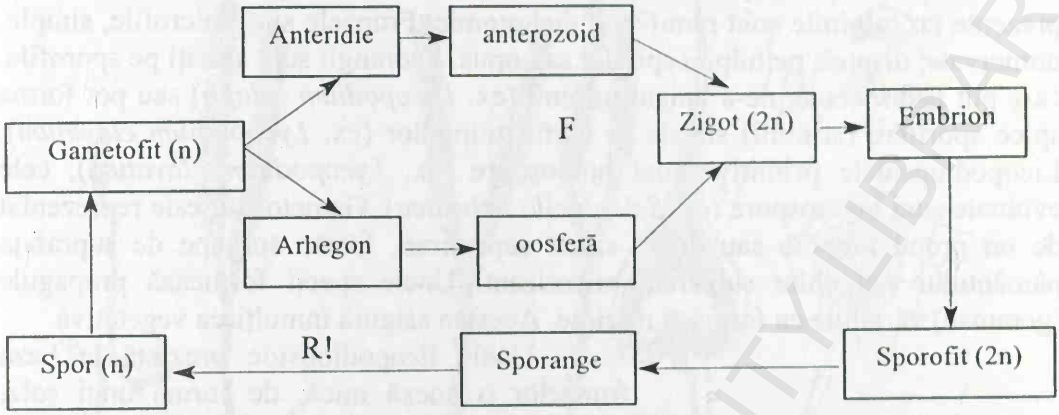
Frunzele ferigilor, după origine, sunt de două feluri. Microfilele sau licofilele, considerate primitive, sunt rezultat al enației și sunt caracterizate de prezența unui meristem intercalar situat spre baza frunzei. Macrofilele sau eufilele, considerate evoluate, cresc prin intermediul unor meristeme apicale și marginale. Ele au asociate niște regiuni nonvasculare, regiuni în care țesutul parenchimatic întrerupe vascularizația tulpinii (Simpson 2007). După rolul pe care îl îndeplinesc, frunzele ferigilor sunt: trofofile – au rol trofic, sporofile – sunt purtătoare de sporangi și trofosporofie – îndeplinesc ambele funcții, având atât rol trofic cât și de susținere a sporangilor.

Sporangii sunt structuri pluricelulare, de origine caulinară. La pteridofitele fosile ei aveau poziție terminală pe tulpină (*Rhynia*, *Asteroxylon*). În decursul evoluției sporangii au ajuns la baza frunzelor prin scurtarea treptată a ramificațiilor dichotomice, apoi au ajuns pe frunze. La unele ferigi sporofilele sunt grupate spre vârful tulpinilor formând spice sporifere sau strobili. La alte ferigi sporangii se grupează pe marginea sporofilelor sau sunt răspândiți pe dosul acestora.

În urma unui proces de meioză, din celulele sporangilor se formează sporii. Aceștia pot fi izospori, homoiospori sau heterospori. Izosporii sunt identici ca mărime și funcțional. Prin germinare ei vor forma protale monoice. Homoiosporii sunt identici ca mărime, dar funcțional sunt diferiți astfel încât prin germinare vor forma protale dioice. Heterosporii, denumiți macro- și, respectiv, microspori, sunt deosebiți nu doar funcțional, ci și ca dimensiune. Macrosporii vor genera protale purtătoare de arhegoane, în timp ce microsporii vor genera protale purtătoare de anteridii. Sporii sunt protejați de un înveliș dublu: la exterior se află exosporul, gros, ornamentat, la interior se află endosporul, subțire, lipsit de ornamentații. La suprafața exosporului se află episporul, un înveliș care în contact cu apa se gelifică înlesnind prinderea sporului de solul umed.

Gametofitul ferigilor, numit și protal, rezultă din germinarea sporilor. Protalul este în general de dimensiuni reduse (1–2 cm, rareori 5 cm), cu structură pluricelulară, nediferențiat însă în țesuturi, cu aspect lamelar, tuberculiform sau filamentos. Se fixează de substrat prin intermediul rizoizilor de origine epidermică. La Psilophytatae protalul avea forma unui corm. Indiferent de formă și mărime, protalul se dezvoltă întotdeauna separat și independent de sporofit, în condiții de multă umiditate. La majoritatea ferigilor protalul este de culoare verde, nutrindu-se autotrof. Sunt și unele excepții când protalul este lipsit de pigmenți asimilatori și se nutrește saprofitic, adesea în simbioză cu ciuperci. În general protalele au viață scurtă, sunt însă și cazuri când pot supraviețui ani în șir (ex. *Botrychium*). Pe protal se diferențiază anteridiile și/sau arhegoanele. Protalele monoice conțin atât anteridii cât și arhegoane, în timp ce cele dioice conțin fie anteridii, fie arhegoane. Anteridia are formă sferică și produce un număr redus de anterozoizi pluriflagelați sau biflagelați. Arhegonul are forma unei butelii în miniatură, cu partea bazală cufundată în protal și gâtul liber, spre exterior. Fiecare arhegon conține câte o oosferă.

Ciclul de viață al pteridofitelor poate fi rezumat la următoarea schemă:



Clasificare, reprezentanți

Se cunosc în prezent circa 9800 specii grupate în 232 genuri (Mabberley 1997). Clasificarea acestora în taxoni de rang superior se face pe baza evoluției și formei organelor vegetative, precum și pe baza structurii și poziției sporangilor (Pop et al. 1983). Astfel, încrengătura Pteridophyta grupează următoarele clase: Psilophytopsida (Psilophytatae), Psilotopsida (Psilotatae), Lycopodiopsida (Lycopodiatae), Equisetopsida (Sphenopsida, Equisetatae), Pteridopsida (Filicopsida, Filicatae) (Strasburger et al. 1998).

Clasa Psilophytopsida (Psilophytatae)

Cuprinde pteridofite fosile, cu cormul de regulă incomplet, având tulpinile ramificate dichotomic sau pseudodichotomic și frunze de tip microfilin. Sporangii erau situați în vârful ramurilor și produceau izospori. Reprezentanți: *Rhynia major*, *Cooksonia* sp., *Hornea lignierii*, *Psilophyton* sp., *Asteroxylon elberfeldense*. Aceştia au fost prezentați pe larg în capitolul IV.

Clasa Psilotopsida (Psilotatae)

Cuprinde 2 genuri actuale cu 17 specii tropicale și subtropicale (Judd & al. 1999). Sporofitul este adesea epifit, lipsit de rădăcini, cu un rizom subteran prevăzut cu rizoizi și tulpini simple sau dichotomic ramificate purtând frunze mici, solziforme. Sporangii sunt homospori, grupați câte 2–3 în sinangii, sesili, situați la baza unei sporofile bifurcate. Gametofitul este reprezentat de un protal caulinar subteran, cilindric, dichotomic ramificat și vascularizat, lipsit de clorofilă, prevăzut cu rizoizi și micorize. Reprezentanți: *Psilotum nudum*, *Psilotum complanatum*, *Tmesipteris tannensis*.

BOTANICAL UNIVERSITY LIBRARY

Clasa Lycopodiopsida (Lycopodiatae)

Cuprinde pteridofite erbacee, terestre, acvatice sau epifite. Rădăcinile sunt prezente iar tulpinile sunt ramificate dichotomic. Frunzele sunt microfile, simple, uninervate, dispuse pe tulpini spiralat sau opus. Sporangii sunt situați pe sporofile, care pot fi dispersate de-a lungul tulpinii (ex. *Lycopodium selago*) sau pot forma spice sporifere (strobili) situate în vârful tulpinilor (ex. *Lycopodium clavatum*). Licopodiopsidele primitive sunt homospore (ex. *Lycopodium clavatum*), cele evoluate sunt heterospore (ex. *Selaginella helvetica*). Gametofitul este reprezentat de un protal monoic sau dioic, situat suprateran, foarte aproape de suprafața pământului sau chiar subteran, micorizant. Unele specii formează propagule (gemmae) variabile ca formă și mărime. Acestea asigură înmulțirea vegetativă.

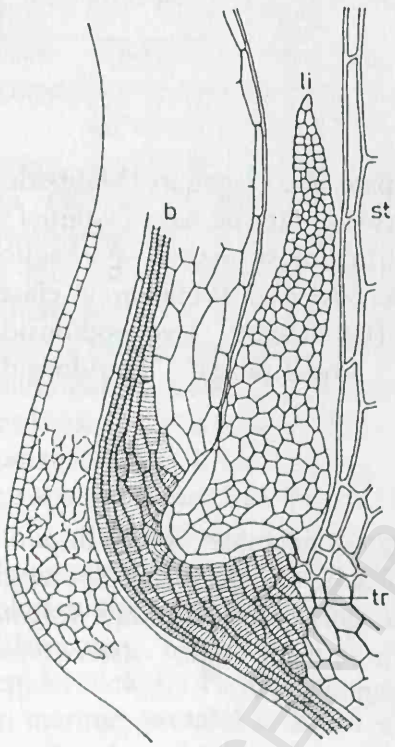


Fig. 55. Lycopodiopsida – secțiune longitudinală prin plantă: b – baza frunzei, li – ligula, st – epiderma tulpinii, tr – traheide (după Strasburger et al. 1978, p. 669)

Unele licopodiopside prezintă la baza frunzelor o anexă mică, de forma unui solz, numită **ligulă** (Fig. 55). În funcție de prezența sau absența acesteia, precum și în funcție de tipul de spori produși, licopodiopsidele se clasifică după cum urmează:

• **aligulate homospore**, reprezentate de ordinul **Lycopodiales**. Acest ordin are o singură familie, *Lycopodiaceae*, la noi în țară cu următoarele specii: *Lycopodium selago*, *Lycopodium clavatum* (Pedicuță) (Fig. 56), *Lycopodium annotinum* (Cornișor), *Lycopodium inundatum*, *Diphasiastrum alpinum*, *Diphasiastrum complanatum* (Șerpișor), *Diphasiastrum tristachyum*. Acestea sunt erbacee, perene, cu frunze mici, rigide diferențiate în trofofile și sporofile. Sporangii sunt situați axilar. Colectarea speciilor de *Lycopodium* în vederea comercializării este strict interzisă prin lege.

• **ligulate heterospore**, reprezentate de ordinele: Selaginellales, Lepidodendrales, Isoëtales.

Ordinul **Selaginellales** cuprinde o singură famile – ***Selaginellaceae*** – la noi în floră cu un singur gen și două specii: *Selaginella helvetica* și *Selaginella selaginoides*. Acestea sunt plante erbacee cu tulpini târâtoare și frunze solzoase, moi, diferențiate în trofofile și sporofile. Sporangii sunt diferențiati în macrosporangi care conțin macrospori și microsporangi care conțin microspori.

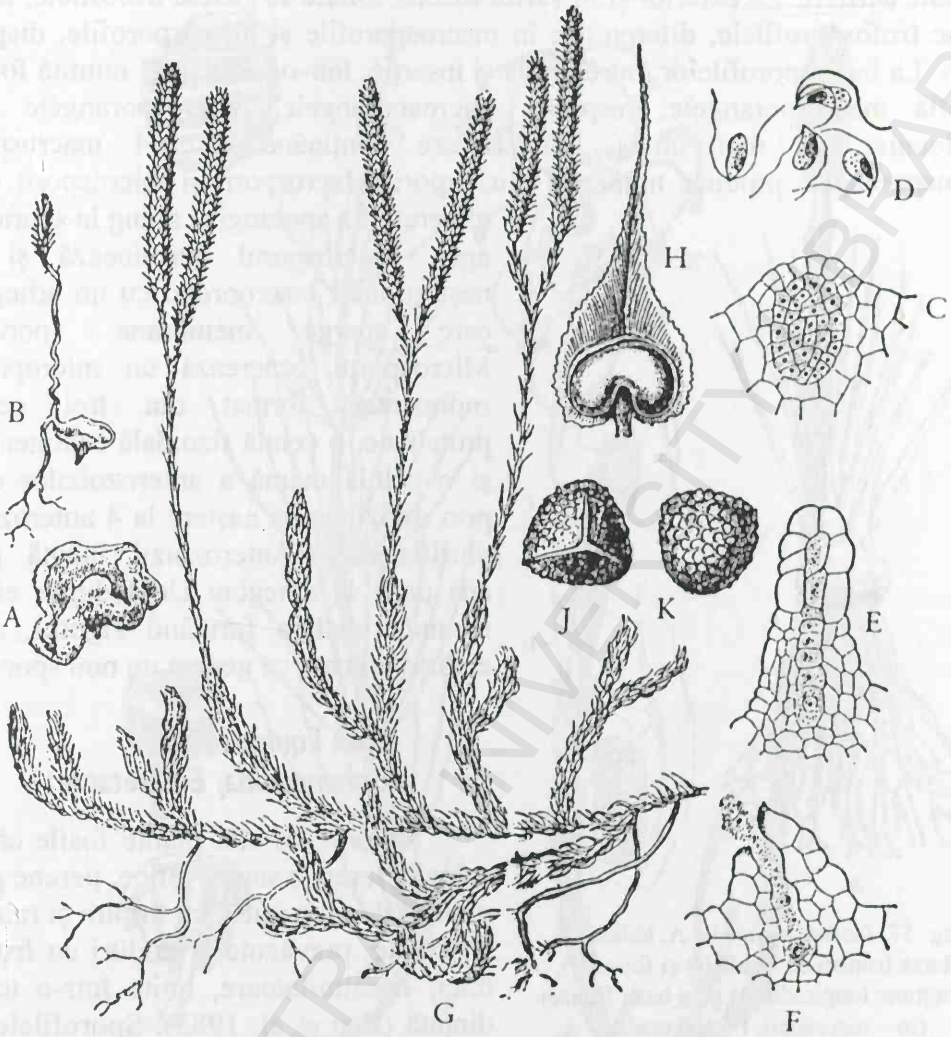


Fig. 56. *Lycopodium clavatum*: A. protal, B. protal cu plantă tânără, C. anteridie, D. anterozoizi, E. arhegon, F. arhegon fecundat, G. sporofit cu strobili, H. sporofilă, J-K. spori (după Strasburger et al. 1978, p. 666)

Ordinul **Lepidodendrales** cuprinde numai plante fosile, majoritatea arbori înalți, de până la 30 m, ce formau păduri întinse în zonele mlăştinoase (a se vedea şi capitolul IV). Prin carbonizare au dat naştere importantelor zăcăminte de huilă din carbonifer (Pop et al. 1983).

Ordinul **Isoëtales** este reprezentat de o singură familie – ***Isoëtaceae*** – cu două genuri: *Isoëtes* şi *Stylites*. Din țara noastră au fost menționate *Isoëtes lacustris* (Fig. 57) şi *Isoetes echinospora*, ambele considerate extincte, nemaifiind regăsite în localitățile din care au fost citate (Transilvania). Acestea prezintă în sol un rizofor tuberculiform bi- sau trilobat, de mărimea unei nuci, cu numeroase radicele. În vârful tulpinii cresc frunze liniare, ligulate, lungi, străbătute de

4 canale aerifere. La exterior şi în vârful rozetei foliare se găsesc trofofilele, iar în mijloc trofosporofilele, diferenţiate în macrosporofile şi microsporofile, dispuse altern. La baza sporofilelor, între ligulă şi inserţie, într-o adâncitură numită fovea, se află macrosporangele, respectiv microsporangele. Macrosporangele este plurilocular, cu mai multe loji, fiecare conţinând câte 4 macrospori. Microsporangele produce numeroşi microspori. Macrosporii şi microsporii sunt eliberaţi din sporangi şi ajung la suprafaţa apei. Macrosporul germinează şi dă naştere unui macroprotal cu un arhegon, care sparge membrana sporului. Microsporul generează un microprotal rudimentar, format din trei celule protaliene, o celulă rizoidală rudimentară şi o celulă mamă a anterozoizilor care prin diviziune dă naştere la 4 anterozoizi pluriflagelaţi. Anterozoizii înoată prin apă până la arhegon. Unul dintre ei va fecunda oosfera formând zigotul, apoi embrionul care va genera un nou sporofit.

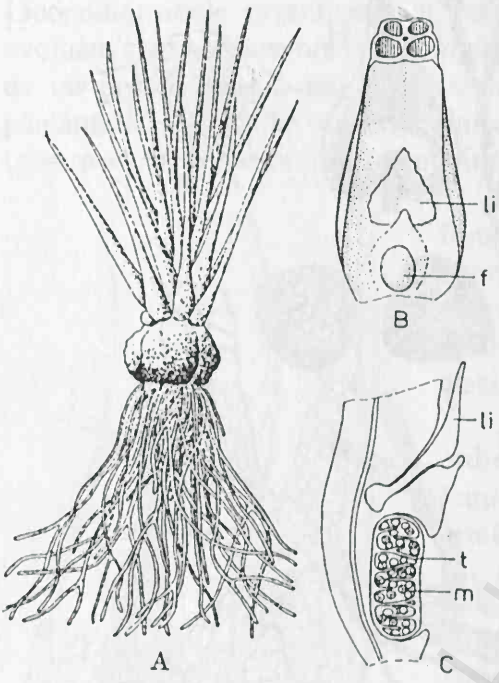


Fig. 57. *Isoëtes lacustris*: A. habitus, B. baza frunzei cu ligula (l) şi fovea (f), C. secţiune longitudinală prin baza frunzei (m – nicrospori, t – trabecule, li – ligula) (după Strasburger et al. 1978, p. 674)

Clasa Equisetopsida (Sphenopsida, Equisetatae)

Grupează atât plante fosile cât şi actuale, terestre sau acvatice, perene prin rizomi, de talie mică, cu tulpini şi ramuri articulate, prevăzute la noduri cu frunze mici, neasimilatoare, unite într-o teacă dinţată (Pop et al. 1983). Sporofilele au formă de scuturi hexagonale peltate şi sunt dispuse în verticil pe axa din vârful tulpinii alcătuind un spic sporifer (strobil) (Fig. 58 B, C). Tulpinile care poartă spice sporifere pot fi verzi, asimilatoare, ramificate, sau pot fi brune, neramificate. În această ultimă situaţie, ele nu pot avea şi rol asimilator şi prin urmare este obligatoriu ca indivizii speciei respective să aibă două tipuri de tulpini: verzi, asimilatoare, şi brune, fertile (Fig. 58 A, F). Sporii sunt sferici, identici din punct de vedere morfologic, dar diferenţiaţi din punct de vedere sexuat (homoiospori). Fiecare spor este prevăzut cu 4–6 elatere, structuri care favorizează răspândirea în grup (Pop et al. 1983) (Fig. 58 D, E). Gametofitul este mic, foliaceu, multilobat, verde, diferenţiat într-un protal bărbătesc, mai mic, şi unul femeiesc, mai mare. Se dezvoltă pe suprafaţa solului.

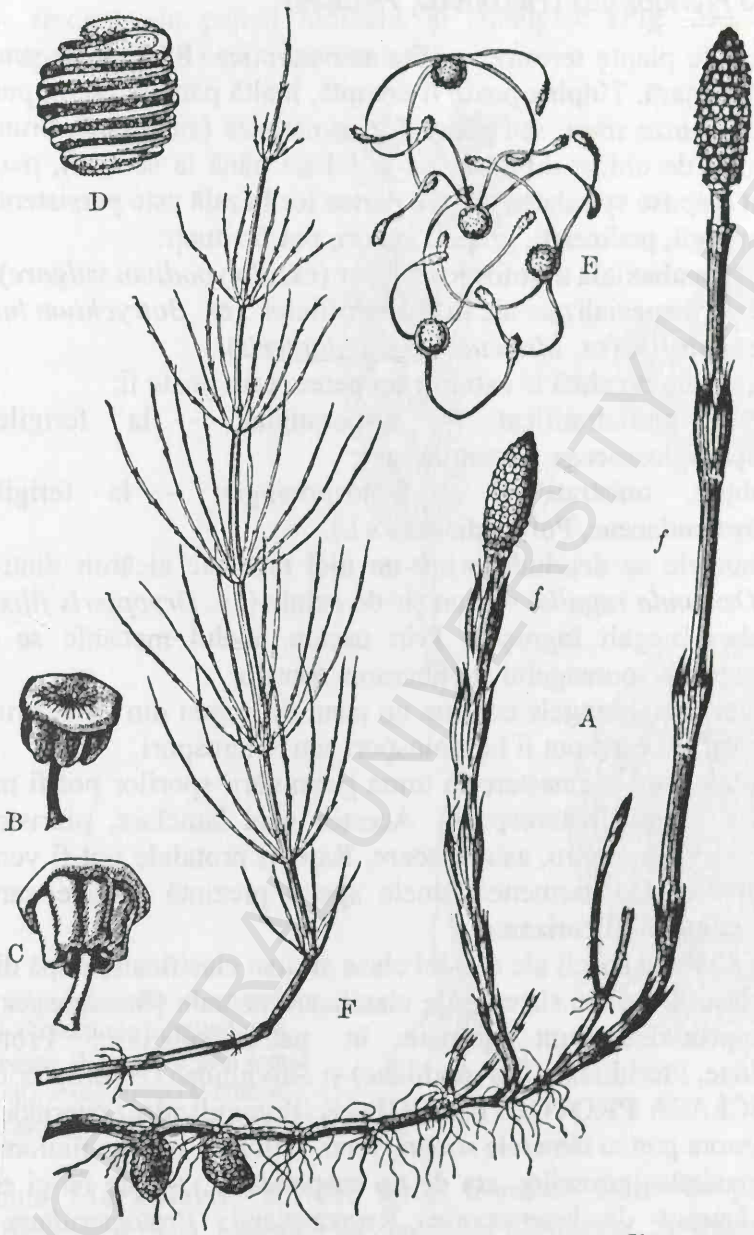


Fig. 58. *Equisetum arvense*: A. tulpini fertile (f), B-C. sporofile cu sporangi, D. spor, E. spori cu elatere, F. tulpina sterilă (după Strasburger et al. 1978, p. 676)

Această clasă cuprinde un singur ordin actual – **Equisetales** – cu o singură familie – **Equisetaceae** – şi un singur gen – *Equisetum*. Se cunosc 15 specii de *Equisetum* numite popular Coada calului sau Barba ursului, aproape toate cosmopolite (Mabberley 1999, Judd & al. 1999). În flora țării noastre sunt 9 specii, dintre acestea fiind mai frecvente: *Equisetum arvense*, *Equisetum telmateia*, *Equisetum sylvaticum*, *Equisetum palustre*.

BOTANICAL CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Clasa Pteridopsida (Filicopsida, Filicatae)

Cuprinde plante terestre, epifite sau acvatice. Rădăcinile sunt secundare, de origine caulinară. Tulpina poate fi dreaptă, înaltă până la 20 m, purtând în vârf un buchet de frunze mari, sau poate fi rizomatoază (subterană, brună). Frunzele sunt macrofile, de obicei divizate (de la lobate până la sectate), mai rar întregi, simple. Sunt dispuse spiralat şi adesea partea lor bazală este persistentă, acoperind tulpina. Sporangii, pedicelaţi, grupaţi în sori, pot fi situaţi:

- pe faţa abaxială a trofosporofilelor (ex. *Polypodium vulgare*);
- pe părţi specializate ale trofosporofilelor (ex. *Botrychium lunaria*);
- pe sporofile (ex. *Matteuccia struthiopteris*).

Sporangele prezintă la exterior un perete care poate fi:

- gros, pluristratificat – eusporangiat – la ferigile primitive (Ophioglossaceae, Marattiaceae);
- subţire, unistratificat – leptosporangiat – la ferigile evoluate (Osmundaceae, Polypodiaceae s.l.).

Sporangele se deschide printr-un inel mecanic alcătuit dintr-un grup de celule (ex. *Osmunda regalis*) sau un şir de celule (ex. *Dryopteris filix-mas*) având pereţii celulari inegali îngroşaţi. Prin uscare, inelul mecanic se contractă şi determină crăparea sporangelui şi eliberarea sporilor.

În interior sporangele conţine un ţesut sporogen din care, prin meioză, se formează sporii. Aceştia pot fi homoiospori sau heterospori.

Protalele care iau naştere în urma germinării sporilor pot fi monoice, mai rar dioice (la ferigile heterospore). Acestea sunt lamelare, pluristratificate, de aproximativ 1 cm diametru, asimilatoare. Rareori protalele pot fi vermiculiforme sau filamentoase. De asemenea, unele specii prezintă protale care trăiesc în simbioză cu ciuperci micorizante.

Cele 8550 de specii ale acestei clase au fost clasificate, după diferiţi autori, în 3–8 subclase. În unele sisteme de clasificare actuale (Strasburger et al. 1998) ferigile propriu-zise sunt grupate în patru subclase: Protopteridiidae, Ophioglossidae, Pteridiidae (Polypodiidae) şi Salviniidae (Hydropteridiidae).

SUBCLASA **PROTOPTERIDIIDAE** (Primofilicidae) cuprinde ferigi fosile. Tulpinile acestora purtau ramurele subţiri, verzi, filiforme, numite filofore. Sporangele, situat la extremitatea ramurilor, era de tip eusporangiat. Aceste ferigi erau izospore, puţine cu început de heterosporie. Reprezentanţi: *Protopteridium hostimense*, *Cladoxylon scoparium*, *Archaeopteris latifolia* etc. (a se vedea şi capitolul IV).

SUBCLASA **OPHIOGLOSSIDAE** (Eusporangiidae) grupează ferigi fosile şi actuale cu sporange de tip eusporangiat.

Ordinul **Ophioglossales** are o singură familie – ***Ophioglossaceae***. Speciile acestei familii sunt erbacee, perene, în sol cu un rizom de pe care porneşte anual câte o frunză cu două segmente, unul verde, steril, celălalt gălbui, fertil, purtând sporangii grupaţi în sori. Reprezentanţi din flora României: *Ophioglossum vulgatum* (Limba şarpelui) – rar prin pajişti umede, *Botrychium lunaria* (Iarba

dragostei) – frecvent în pajişti montane şi subalpine (Fig. 59), *Botrychium multifidum* – sporadic prin pajişti montane.

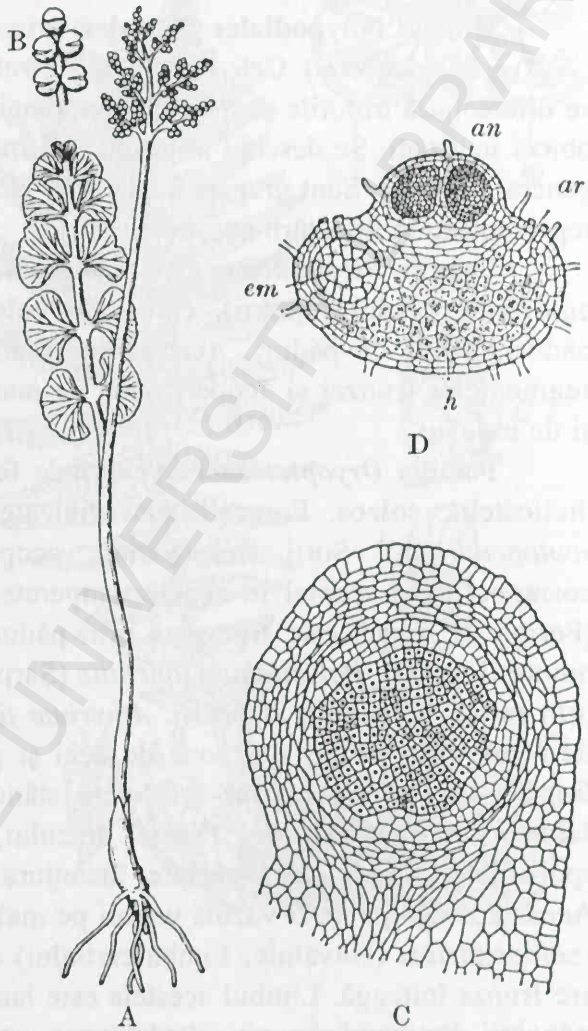


Fig. 59. *Botrychium lunaria*: A. aporofit, B. sporangi, C. secţiune longitudinală printr-un sporange, d. secţiune prin protal cu anteridii (an), arhegon (ar) şi embrion (em) (după Strasburger et al. 1978, p. 683)

Ordinul **Marattiales** cuprinde ferigi tropicale înalte de până la 6 m. Trofosporofilele sunt mari, bipenate sau palmate, rar întregi. Sporangii, grupaţi în sinangii, se formează pe dosul frunzelor. Maratiidele sunt izospore. Reprezentanţi: *Marattia*, *Danaea*, *Angiopteris* etc.

SUBCLASA **POLYPODIIDAE (Pteridiidae)** cuprinde ferigi cu sporangi de tip eusporangiat. Deschiderea sporangilor se face printr-un grup de celule sau printr-un inel de dehiscenţă.

Ordinul **Osmundales** are o singură familie – ***Osmundaceae***. Reprezentanţii acestei familii au sporange cu perete unistratificat ce se deschide printr-un grup de celule cu aspect de scut. Sporangii sunt mari, nuzi, negrupaţi în

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

sori. Osmundaceele sunt izospore. În flora țării noastre a fost citată *Osmunda regalis* (Ferigă regală), în prezent considerată extinctă. Această ferigă poate fi văzută în colecțiile grădinilor botanice de la București și Cluj-Napoca.

Ordinul **Polypodiales (Filicales)** grupează ferigi terestre, mai rar palustre (*Thelypteris palustris*). Cele mai multe au trofosporofile și numai la puține specii se diferențiază trofofile și sporofile. Sporangii sunt pedicelați, grupați în sori, de obicei induziați. Se deschid printr-un inel mecanic incomplet. Filicalele sunt în general izospore. Sunt grupate în circa 16 familii. Menționăm câteva din cele cu reprezentanți în flora țării noastre:

Familia ***Pteridiaceae*** este reprezentată de o singură specie, *Pteridium aquilinum* (Țolul lupului), care este colonizatoare în poieni, tăieturi de păduri, rarişti de păduri. Aceasta are sorii confluenți, așezați pe marginea segmentelor frunzei și acoperiți atât de marginea răsucită a segmentelor, cât și de induziu.

Familia ***Dryopteridaceae*** cuprinde ferigi tericole, rar epifite, cu rizom dictiostelic, solzos. Frunzele sunt divizate, mai rar întregi (ex. *Asplenium scolopendrium*). Sorii sunt variați, acoperiți sau nu de induziu. Sunt cosmopolite în special în zonele temperate și montane. *Dryopteris filix-mas* (Feriga de stejar) este frecventă prin păduri din zona de câmpie și până la munte (Fig. 60). *Polystichum lonchitis* (Șarpe) este frecventă în etajul montan, prin rarişti de păduri, stâncării. *Athyrium filix-femina* (Spinarea lupului) este frecventă prin păduri din zona de deal și până în cea montană. *Cystopteris fragilis* (Feriga de piatră) crește pe stâncarii mai ales în zona montană, *Matteuccia struthiopteris* (Spata dracului) este caracterizată de prezența sporofilelor simplu penat-sectate, înconjurate de trofile dublu penat-divizate. Această ferigă poate fi văzută uneori pe malul apelor și în zăvoaie. *Asplenium scolopendrium* (Năvalnic, Limba cerbului) este singura specie de la noi care are frunza întreagă. Limbul acesteia este lanceolat, cu baza cordată. Crește pe stâncării din etajul montan. *Asplenium septentrionale* (Feriguță) și *Asplenium trichomanes* (Straşnic) sunt frecvente pe stâncării din zona de munte. *Asplenium adulterinum*, de asemenea specie de stâncării, este foarte rar și strict protejat. *Ceterach officinarum* (Unghia ciutei) este o ferigă de stâncării calcaroase. Se remarcă prin frunzele discolore, verzi pe fața superioară, brun-argintii pe fața inferioară.

Familia ***Blechnaceae*** are un singur reprezentant la noi – *Blechnum spicant* (Scărița muntelui) – relict terțiar ce poate fi întâlnit în pajişti și tufărişuri umede, moderat acide, din zona montană.

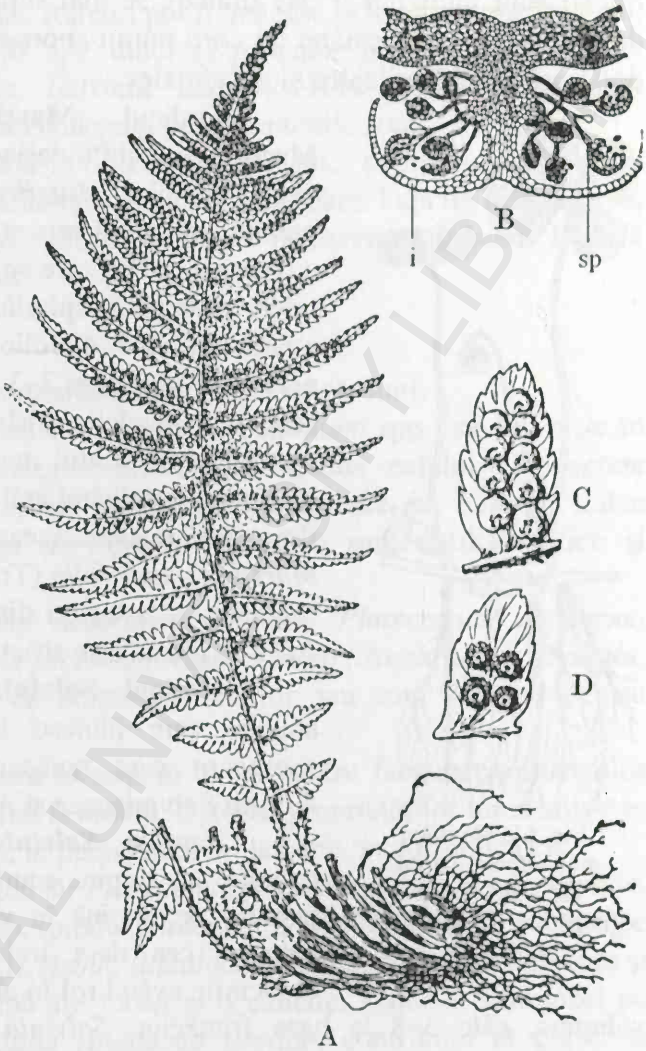


Fig. 60. *Dryopteris filix-mas*: A. sporofit, B. secțiune prin frunză, la nivelul unui sor (i – induzie, sp – sporange), C. pinulă cu sori induziați, D. pinulă cu sori nuzi (după Strasburger et al. 1978, p. 687)

Familia ***Polypodiaceae*** este reprezentată de *Polypodium vulgare* (Feriguța dulce), frecventă în zona de munte pe stâncării umbrite. Rizomul de Feriguță dulce conține în cantități mici ostadin, o saponină steroidă, de 3000 de ori mai dulce decât sucroza, unul dintre cei mai dulci compuși cunoscuți (Mabberley 1997).

SUBCLASA **SALVINIIDAE (Hydropteridiidae)** cuprinde ferigi acvatice și palustre diferite prin morfologia aparatului vegetativ și de reproducere de cele terestre. Au sporange de tip leptosporangiat, lipsit însă de inel mecanic. Sunt heterospore. Se diferențiază astfel, macrosporangi care conțin câte un singur macrospor și microsporangi în care se diferențiază 64 de microspori. Sporangii sunt grupați în sori care pot fi unisexuați sau bisexuați.

Sporii sunt induziați. Peste induzie se mai suprapun una sau două membrane de natură foliară formând un corp numit sporocarp. Această subclasă grupează două ordine: Marsileales şi Salviniales.

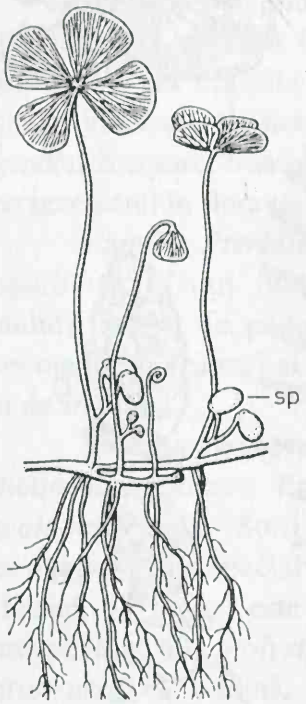


Fig. 61. *Marsilea quadrifolia*: habitus (sp – sporocarp) (după Strasburger et al. 1978, p. 694)

Ordinul **Marsileales** are două familii: Marsileaceae şi Pilulariaceae.

Familia ***Marsileaceae*** cuprinde ferigi acvatice perene, cu rizom repent, prins de substrat prin rădăcini adventive, de pe care se ridică la suprafața apei frunzele tinere răsucite în spirală, iar cele mature, lung peţiolate, poartă în vârf 4 foliole dispuse palmat. Spre baza peţiolului se găsesc 2–3 sporocarpi sferici sau reniformi, scurt pedicelați. Membrana sporocarpului este tristratificată, stratul median fiind sclerificat. Sorii sunt bisexuați, conținând atât micro- cât şi macrosporangi. În flora țării noastre această familie este reprezentată de *Marsilea quadrifolia* (Trifoi de baltă) care populează ape stagnante şi mlaştini din regiunea de câmpie (Fig. 61). Această plantă este strict protejată prin legislație.

Ordinul **Salviniales** grupează ferigi acvatice anuale, care plutesc la suprafața apelor. Sorii din sporocarp sunt unisexuați. Ordinul însumează două familii: Salviniaceae şi Azollaceae.

Familia ***Salviniaceae*** include ferigi acvatice natante, cu tulpini scurte, fără rădăcini. Frunzele sunt dispuse pe tulpină în verticile de câte trei: două sunt natante, cea de-a treia este submersă şi substituie rădăcinile având rol în absorbție. Sporocarpii sunt situați submers, câte 3–8 la baza frunzelor. *Salvinia natans* (Peştişoara) populează suprafața apelor stagnante şi lin curgătoare din regiunea de câmpie (Fig. 62).

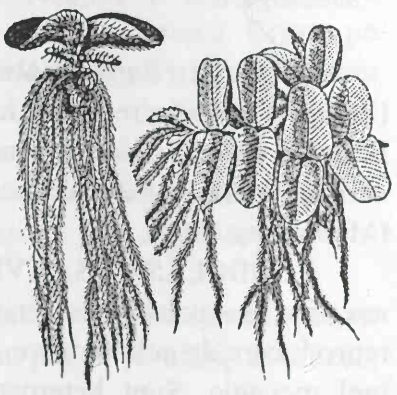


Fig. 62. *Salvinia natans*: habitus (după Strasburger et al. 1978, p. 692)

Familia ***Azollaceae*** cuprinde ferigi acvatice natante, mărunte, cu frunze mici, sesile, alterne, imbricate profund, bi- sau trifurcate. *Azolla filiculoides*, specie tropicală originară din America, este invadantă în ape din zona de câmpie (Anastasiu & Negrean 2007).

Răspândire, ecologie

Cele mai multe ferigi preferă habitatele terestre, umede, umbrite. Cele arborescente şi epifitele preferă pădurile tropicale. Speciile

erbacee preferă pădurile temperate. Rareori pot fi întâlnite în locuri expuse (stânci, poieni). Unele specii trăiesc în ape dulci (*Equisetum palustre*, *Thelypteris palustris*, *Marsilea quadrifolia*, *Salvinia natans*). 10% dintre ferigi sunt cosmopolite. Numeroşi taxoni sunt endemici pentru anumite zone.

Ferigilor le plac temperaturile ridicate şi constante, şi umbra, majoritatea fiind sciafile. *Gleichenia* şi *Pteridium* pot creşte în plin soare. Faţă de factorul apă, majoritatea ferigilor are cerinţe ridicate crescând pe terenuri umede. Preferă solurile slab acide, cu mult humus.

Importanţă

Ferigile au contribuit la formarea zăcămintelor de cărbuni.

Unele specii sunt medicinale. Pedicuţa (*Lycopodium* spp.) se foloseşte în tratamentul acoolismului şi narcotismului cronic. Coada calului (*Equisetum arvense*) are proprietăţi diuretice, antibronşitice, expectorante, iar Feriguţa dulce (*Polypodium vulgare*) şi Feriga (*Dryopteris filix-mas*) sunt antihelmintice şi purgative.

Dintre speciile cu calităţi decorative amintim: *Platycerium alcicorne*, *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris filix-mas*, *Asplenium* sp., *Nephrolepis exaltata*. Acestea sunt adesea cultivate ca plante de interior sau sunt folosite pentru decorarea buchetelor de flori.

Sporii de *Lycopodium* erau folosiţi în trecut pentru fabricarea artificiilor având compuşi care produc scântei la ardere. Datorită proprietăţilor lor sicative se utilizează extern în dermatologie, în pudrarea pielii la copii, în cosmetică etc.

Ferigi cu importanţă negativă: *Pteridium aquilinum* (colonizează poienile, rariştile de pădure), *Equisetum* sp. (produce intoxicaţii la animale datorită SiO_2 pe care-l conţine în tulpini şi ramuri), *Azolla filiculoides* (invazivă în ape stagnante şi lin curgătoare). Aceasta din urmă are totuşi şi o calitate. Datorită simbiozei pe care o realizează cu cianobacteria *Anabaena azollae*, contribuie la creşterea cantităţii de azot din apele în care se dezvoltă. Aceasta caracteristică este exploatată în orezării pentru creşterea producţiei de orez.

VI.2.2.3. Încrengătura Pinophyta (Gymnospermae)

Caractere generale

Gimnospermele grupează plante lemnoase, fie ele arbori, arbuşti, subarbuşti sau liane. Caracteristica lor comună o constituie sămânţa neînchisă în fruct (gr. *gymnos* = nud, neacoperit; gr. *sperma* = sămânţă).

Rădăcina gimnospermelor este pivotantă, ramificată monopodial. Uneori poate fi rămuroasă, radicelele întrecând în dezvoltare rădăcina principală (Grinţescu 1985). Unele specii (pin, molid) prezintă rădăcini micorizante, ce fac posibilă o mai bună absorbţie a apei şi sărurilor minerale din solurile sărace.

Pătrunderea miceliului ciupercii în rădăcină determină formarea unor nodozități asemănătoare celor produse de bacterii (Grințescu 1985). La *Taxodium distichum* (Chiparos de baltă) rădăcina prezintă structuri cu geotropism negativ numite pneumatofori. Aceştia au apical lenticele la nivelul cărora se fac schimburile de gaze. Acest tip de rădăcină este o adaptare la mediul de viață, respectiv la mlaştinile în care chiparosul trăieşte. Rădăcinile gimnospermelor au structură endarhă şi creştere secundară în grosime.

Tulpina este lemnoasă, ramificată monopodial (Pinopsida), mai rar simpodial (Ginkgoopsida). La Cycadopsida tulpina este de tip stip, neramificată, în vârf purtând un mănunchi de frunze. Unele specii de *Gnetum* au tulpini lianoide. La *Welwitschia* tulpina are aspectul unui butuc. Un tip particular de tulpină este întâlnit la Cârcel (*Ephedra distachya*). La această plantă tulpina este alcătuită din internoduri lungi, verzi, asimilatoare, şi noduri scurte ce poartă frunze solziforme. Pe tulpinile gimnospermelor sunt două tipuri de ramuri: lungi (macroblaste sau dolicoblaste) şi scurte (microblaste sau brachiblaste). Cele din urmă au creşteri anuale reduse, nu se ramifică şi după 3–4 ani cad. Structural, tulpinile gimnospermelor sunt caracterizate de un ritidom bine dezvoltat şi o scoarță adesea redusă (Pop et al. 1983). Măduva este bine dezvoltată doar la Cycadales constituind un parenchim de depozitare a amidonului. Vasele de lemn sunt reprezentate de traheide. La Gnetopsida apar şi trahei inelate. Liberul este lipsit de celule anexe. La Pinales, în tulpini se află canale rezinifere schizogene, iar la Cycadales canale secretoare de gome.

Frunzele pot fi aciculare (*Picea*, *Abies*), solziforme (*Thuja*, *Cupressus*, *Chamaecyparis*), în formă de evantai (*Ginkgo*), în formă de panglică (*Welwitschia mirabilis*), lățite (*Podocarpus*, *Gnetum*), penat-divizate (*Cycas*, *Ceratozamia*). La *Welwitschia* frunzele persistă toată viața plantei. Pe măsură ce vârfurile lor se usucă, de la bază cresc continuu. Cad anual (*Larix*, *Taxodium*, *Ephedra*), la 3–6 ani (*Pinus*) sau la 10–15 ani (*Araucaria*). Din punct de vedere anatomic, frunzele prezintă unele adaptări caracteristice: celulele epidermice au pereții îngroşați, cutinizați şi cerificați; celulele hipodermice au pereții îngroşați şi adesea lignificați; stomatele sunt afundate în hipodermă şi adesea au camera suprastomatică acoperită cu răşină; celulele mezofilului au pereții puternic septați astfel încât suprafața pe lângă care se dispun cloroplastele este mult mărită. Cilindrul central este alcătuit din două fascicule conducătoare şi este delimitat de o endodermă de tip primar. Canalele rezinifere lipsesc la *Ephedra* şi *Taxus*. La ceilalți reprezentanți numărul lor variază de la două (*Larix*, *Picea*, *Abies*, *Juniperus*) la 12 (*Pinus*).

Privitor la floare, trebuie să precizăm că în literatura recentă (Mauseth 2003, Nabors 2004, Simpson 2007, Judd et al. 2008) termenul acesta nu mai este asociat gimnospermelor, fiind înlocuit de expresia „structură

reproducătoare". Motivația este aceea că un ovul împreună cu macrosporofila și bractea însoțitoare, respectiv microsporofilele cu sacii polenici corespunzători nu pot fi echivalente florilor propriu-zise de la angiosperme. Termenul de inflorescență este înlocuit cu strobil sau con. Cu toate acestea, în cazul gnetopsidelor se folosesc atât termenii de floare / inflorescență cât și termenul de con. Având în vedere că termenul de „floare" în cazul gimnospermelor are uz îndelungat la noi, îl vom folosi în cele ce urmează.

Structurile reproducătoare ale gimnospermelor actuale sunt unisexuate.

Florile masculine au forma unor conuri și sunt alcătuite dintr-un număr variabil de microsporofile (stamine) dispuse spiralat sau verticilat pe o axă la baza căreia se află bractee. La *Ginkgo* și *Ephedra* florile masculine sunt amentiforme. Pot fi solitare (*Abies*, *Picea*, *Larix*) sau grupate în inflorescențe de tip racem (*Pinus*). În general, florile masculine sunt lipsite de înveliș floral. Totuși, la *Ephedra*, fiecare floare alcătuită din 8 stamine este protejată de un periant alcătuit din două bractee concrescute.

Fiecare microsporofilă, în funcție de specie, poartă un număr variabil de saci polenici, de la numeroși (*Cycas*, *Zamia*) până la 5–6 (*Taxus*), 3 (*Ginkgo*) și 2 (*Pinaceae*, *Cupressaceae* etc.) (Fig. 63 B, C). Sacii polenici conțin țesut sporogen. În urma diviziunii reducționale a celulelor acestui țesut se formează microsporii uninucleați care curând devin granule de polen (Fig. 63 D). În urma unor mitoze haploide se formează gametofitul masculin alcătuit, în general, din patru celule: două celule protaliene, o celulă vegetativă și o celulă generativă. Aceasta din urmă se divide formând o celulă dislocatoare și o celulă spermatogenă din care se vor forma gameții masculini: anterozoizi la Ginkgoopsida și Cycadopsida și spermatii la Pinopsida și Gnetopsida. La Pinales granulele de polen sunt biaripate, formarea sacilor aeriferi fiind o adaptare la polenizarea anemofilă. Excepție fac reprezentanții genurilor *Larix*, *Tsuga* și *Pseudotsuga* al căror polen este nearipat.

Florile feminine sunt reprezentate de macrosporofile (solzi carpelari) ce poartă un număr variabil de ovule, în funcție de specie. La cele mai multe gimnosperme florile feminine sunt grupate în inflorescențe numite conuri (Fig. 63 A). Excepție fac reprezentanții genurilor *Cycas*, *Ginkgo*, *Taxus*, *Ephedra* etc. La *Cycas* florile feminine sunt reprezentate de macrosporofile ce poartă spre bază 2–8 ovule mari care la maturitate devin semințe de culoare roșie. Numai în tinerețe macrosporofilele sunt grupate în formă de conuri. La *Ginkgo* floarea feminină este situată în axila unei bractee și constă într-un peduncul bifurcat ce poartă două ovule ortotrope, fiecare înconjurat la bază de o proeminență considerată aril sau rest macrosporofilar. La *Taxus* florile feminine sunt solitare, reprezentate de câte un ovul arilat, protejat de un complex bracteal. La *Ephedra* inflorescențele feminine sunt alcătuite din 2–3 flori protejate de câteva perechi de bractee.

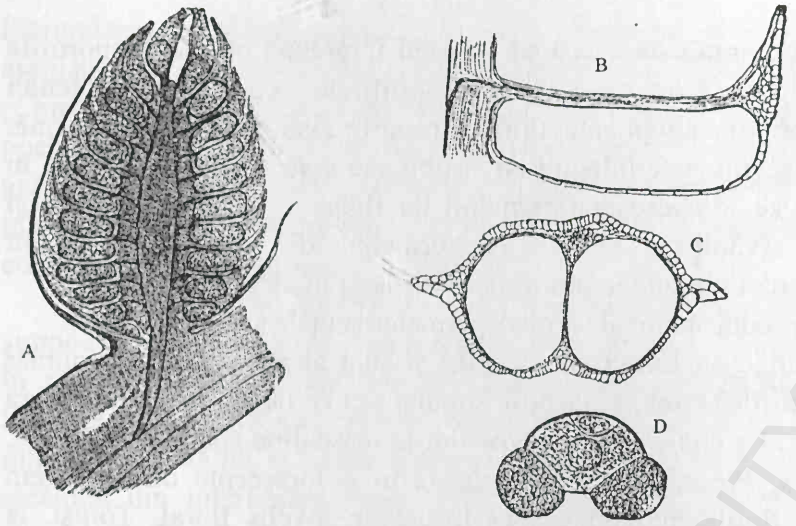


Fig. 63 *Pinus* sp.: A. secțiune longitudinală prin con feminin, B. secțiune longitudinală prin microsporofilă cu microsporange, C. secțiune transversală prin microsporofilă cu microsporangi, D. granul de polen (după Strasburger et al. 1961, p. 524)

Ovulele sunt sesile (Pinopsida, Cycadopsida, Gnetopsida) sau pedunculate (Ginkgoopsida), ortotrope (Cycadopsida, Ginkgoopsida, Gnetopsida) sau anatrope (Pinopsida), crassinucelate, unitegumentate (Cycadopsida, Ginkgoopsida, Pinopsida) sau bitegumentate (Gnetopsida). Nucela este concrescută în partea bazală cu integumentul. Ea este constituită dintr-un țesut parenchimatic omogen, înconjurat de o epidermă bine conturată. Micropilul este oblic, bifid sau papilos. În micropil se află de obicei o substanță lipicioasă, secretată de celulele nucelare, cu rol atât în polenizare cât şi în germinarea granulelor de polen (Anastasiu 2002). În primordiul ovular, apical, subepidermal, se individualizează arhesporul feminin. Acesta se divide mitotic printr-un perete periclinal generând două celule suprapuse: spre exterior, celula parietală şi spre interior celula sporogenă (arhespor secundar, celulă mamă megasporală). Celula parietală se divide mitotic, repetat, şi afundă celula sporogenă în nucelă. În primele stadii de diferențiere ale ovulului, deseori celula mamă macrosporală este înconjurată de un țesut spongios numit tapet. Celula mamă macrosporală se divide meiotic. În urma meiozei I se formează diada megasporală, alcătuită din celule egale sau inegale. În urma meiozei II se formează tetrada megasporală. Megasporul halazal este invariabil funcțional devenind celulă mamă a endospermului primar (gametofitul sau protalul feminin), endosperm care este omolog, în cazul acesta, cu macrosporul pteridofitelor. Megasporii micropilari ai tetradei sunt nefuncționali. În general ei degenerează rapid, înainte de formarea gametofitului feminin. Din momentul formării megasporului şi până la începutul diviziunii, acesta rămâne într-o perioadă de repaus, variabilă de la specie la specie (de la 1–2 săptămâni la *Picea* până la 4 luni la *Cedrus*). În formarea şi dezvoltarea gametofitului feminin se deosebesc mai multe etape. Într-o primă etapă au loc diviziuni libere. Acesta este stadiul cenocitic care la gimnospermele cu ciclul reproductiv de un an (*Picea*, *Abies*, *Larix*) durează între două şi patru săptămâni. La speciile cu ciclul reproductiv de doi ani (*Pinus*) s-a constatat că procesul de formare

a gametofitului feminin începe în anul polenizării, se întrerupe în perioada de repaus şi se reia în primăvara anului următor. Transformarea gametofitului feminin cenocitic în celular se face pe calea alveolizării. Gametofitul celular format este o structură mare, de formă alungită. În endospermul primar (gametofit feminin) voluminos se formează arhegoane care conţin fiecare câte o oosferă. Numărul arhegoanelor, dispuse de obicei spre capătul micropilar al gametofitului, variază uneori chiar în cadrul aceleaşi specii, deşi în general acestea sunt în număr de două. Oosfera ocupă aproape întreg volumul arhegonului.

Polenizare este anemofilă, realizându-se cu ajutorul vântului.

Fecundaţia este zoidogamă la Cycadopsida şi Ginkgoopsida şi sifonogamă la Pinopsida şi Gnetopsida. La cele din urmă chiar s-a constatat înaintarea gametului feminin spre cel masculin, prin tubul protalian. La unele gimnosperme (*Pinus*) fecundaţia are loc la interval mare de timp după polenizare (până la un an). Doar una dintre cele două spermatii aflate în ovul fecundează una din oosfere. Cealaltă spermatie, precum şi oosferele nefecundate degenerează. La *Ephedra campylopoda* şi *Ephedra nevadensis* s-a descris dublă fecundaţie, fără însă să se formeze endosperm triploid ca la angiosperme (Mabberley 1997).

Cu excepţia reprezentanţilor clasei Gnetopsida, procesul de formare a embrionului începe cu un stadiu de nuclee libere – stadiu proembrionar. La gimnosperme, dintr-un singur zigot, se formează de obicei mai mulţi embrioni. Între aceştia se desfăşoară o competiţie pentru existenţă şi supremaţie astfel încât doar rar, într-un ovul dat, atinge maturitatea mai mult de un embrion. Acesta prezintă un număr variabil de cotiledoane (2–18).

În urma fecundaţiei din ovul se formează sămânţa care, la cele mai multe gimnosperme, este uscată având o testă sclerificată ce provine din integumentul ovulului. La Cycadaceae şi Ginkgoaceae seminţele sunt cărnoase. La Taxaceae seminţele sunt învelite de un înveliş cărnos (aril) ce provine din restul macrosporofilar de la baza ovulului (epimaţiu). La Ephedraceae seminţele sunt acoperite de un înveliş cărnos roşu provenit din bracteele ce acoperă florile.

Clasificare, reprezentanţi

Se cunosc circa 10000 specii de gimnosperme fosile şi actuale (Pop et al. 1984). Dintre acestea în prezent trăiesc doar 840 specii grupate în 86 genuri, 17 familii şi patru clase (Mabberley 1997). O a cincea clasă – Bennetittopsida – cuprinde exclusiv reprezentanţi fosili. *Williamsonia*, unul dintre cei mai cunoscuţi, a fost prezentat în capitolul IV.

Clasa Cycadopsida

Cuprinde 145 specii actuale, grupate în 11 genuri şi patru familii: Boweniaceae, Cycadaceae, Stangeriaceae şi Zamiaceae. Acestea sunt răspândite în principal în emisfera sudică şi sunt ameninţate cu dispariţia. Cicadopsidele

sunt arbuşti sau arbori dioici, de obicei neramificaţi, cu tulpina de tip stip. Creşterea acesteia în înălţime este foarte înceată, de aproximativ 1 m în 500 ani. Tulpina nu conţine canale rezinifere, în schimb prezintă canale mucilaginoase. Rădăcinile au aspect coraloid şi trăiesc în simbioză cu cianobacterii care le asigură necesarul de azot. Frunzele sunt mari, penate, grupate în vârful tulpinii dând plantelor aspect de palmieri. Structurile reproducătoare sunt reprezentate de strobili. Excepţie face genul *Cycas*, la care macrosporofilele nu formează strobili. Polenul nu are saci aeriferi. Polenizarea este entomofilă. Anterozoizii sunt pluriciliaţi (ex. 40000 cili la *Zamia roezlii*), iar ovulele sunt ortotrope. Fecundaţia se realizează la aproximativ 7 luni după polenizare. Seminţele sunt adesea viu colorate (roz, portocaliu, roşu), au stratul extern cărnos şi sunt dispersate cu ajutorul animalelor.

Multe dintre cicadopside au importanţă economică fiind folosite ca sursă de amidon (făină „sago"). Unele specii sunt cultivate ca plante ornamentale. Printre acestea, cea mai întâlnită este *Cycas revoluta* confundată frecvent cu palmierii şi chiar numită „palmier sago".

Cicadopsidele fosile sunt grupate în ordinele Pteridospermales şi Caytoniales. Acestea au fost discutate în capitolul privitor la evoluţia plantelor de-a lungul erelor geologice.

Ordinul **Cycadales** cuprinde nu doar fosile, ci şi specii actuale. Acestea au tulpina de tip stip, terminal cu frunze mari, având vernaţie circinat-involută.

Familia ***Boweniaceae*** cuprinde două specii ale genului *Bowenia* răspândite în nord-estul Australiei. Acestea se disting de restul cicadopsidelor prin faptul că au rahisul frunzelor ramificat.

Familia ***Cycadaceae*** grupează arbuşti şi arbori asemănători palmierilor. Microsporofilele sunt grupate în conuri, în timp ce macrosporofilele sunt libere, situate la capătul tulpinii, printre frunze. Acestea din urmă au partea bazală fertilă, cu 2–8 ovule de o parte şi de alta, şi partea distală sterilă, cu marginile dinţate, până la adânc lobate. Cele mai cunoscute specii sunt *Cycas revoluta* şi *Cycas circinalis*. Speciile de *Cycas* conţin un compus foarte toxic – cicasina – care poate afecta grav sistemul nervos central (maladia Guam) (Mabberley 1997). Structura cicasinei este degradată prin fierbere.

Familia ***Stangeriaceae*** are un singur reprezentant – *Stangeria eriopus*, originar din Africa de Sud. Acesta se deosebeşte de celelalte cicadopside prin vernaţia convolută a frunzelor.

Familia ***Zamiaceae*** are 125 specii răspândite în zonele tropicale şi subtropicale ale Africii, Australiei şi Americii (Mabberley 1997). Atât macrosporofilele, cât şi microsporofilele lor sunt grupate în conuri. Cele mai cunoscute genuri sunt *Ceratozamia*, *Microcycas*, *Zamia* şi *Encephalartos*. Acestea sunt folosite adesea ca plante ornamentale. La noi se cultivă în sere *Ceratozamia mexicana* şi *Encephalartos longifolius*.

Clasa Ginkgoopsida

Cuprinde arbori simpodiali, dioici, cu frunze dichotomic nervate, adesea bilobate, situate la capătul unor lăstari scurți numiți brachiblaste. Nu au canale rezinifere. Strobilii poleniferi sunt penduli, asemănători amenților (Fig. 64). Polenul este nearipat. Gameții masculini sunt mobili. Ovulele sunt situate terminal pe pedunculi axilari ramificați dichotomic, complet neprotejate. De obicei un singur ovul ajunge la maturitate. Fecundația are loc la câteva luni după polenizare. Interesant, şi totodată unic în lumea plantelor, este faptul că fecundația are loc după ce ovulele au căzut pe sol, în condițiile climatice de la noi aproximativ prin luna februarie. Semințele sunt mari, cu tegumentul diferențiat într-o parte externă cărnoasă (sarcotesta) şi o parte internă dură (sclerotesta). Au culoare galben-argintie şi miros respingător datorat acidului butiric emis.

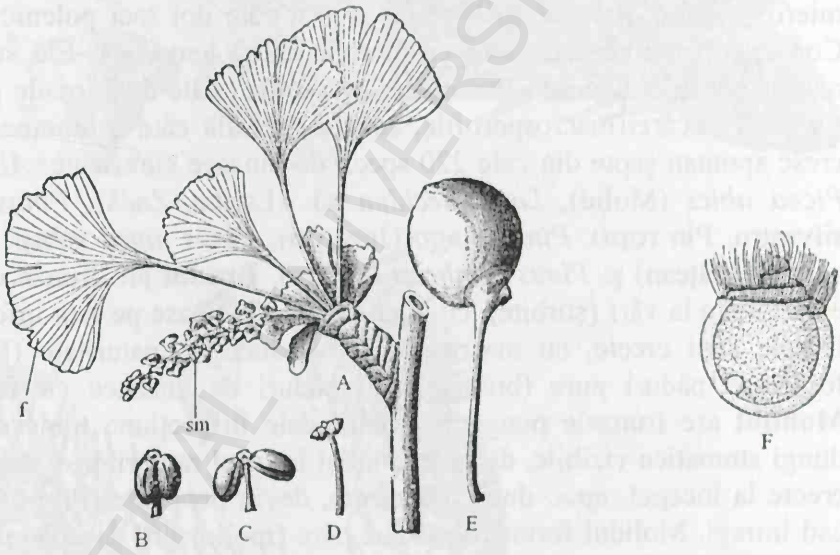


Fig. 64. *Ginkgo biloba*: A. ramură cu frunze şi strobil masculin (sm), B-C. micropsorofile, D. pedunculcu ovule, E. Pedunculcu sămânță, F. anterozoid (după Strasburger et al. 1961, p. 523)

Primii reprezentanți ai genului *Ginkgo* au apărut la sfârşitul Triasicului, cu peste 200 milioane ani în urmă. Structurile lor reproductive s-au schimbat foarte puțin de-a lungul timpului, astfel încât specia actuală *Ginkgo biloba* seamănă foarte mult cu rudele sale dispărute (Judd et al. 2008).

Clasa Ginkgoopsida cuprinde un singur ordin – **Ginkgoales**, cu o singură familie – ***Ginkgoaceae*** şi o singură specie actuală – *Ginkgo biloba*, cunoscut popular sub numele de Arborele pagodelor, Piersic de argint sau Maidenhair tree (Părul fetei). A fost descoperit în estul Chinei, dar se pare că în prezent nu se mai află niciunde în sălbătăcie (Judd et al. 2008). În prezent este foarte mult cultivat mai ales pentru aspectul său autumnal, când frunzele devin galben-aurii. Frunzele de *Ginkgo* conțin principii cu acțiune vasodilatatoare, ce ajută la îmbunătățirea circulației periferice. Semințele sunt folosite în bucătăria asiatică după ce se îndepărtează sarcotesta şi sunt prăjite.

Clasa Pinopsida (CONIFEROPSIDA)

Grupează arbori monopodiali, mai ales monoici, cu frunze alterne, întregi, adesea aciculare, uninerve. La unele conifere frunzele sunt grupate în fascicule situate pe ramuri scurte (brachiblaste). Sporofilele sunt grupate în conuri. Cu unele excepții (ex. *Larix*), polenul este aripat. Gameții masculini sunt neflagelați. Fecundația este sifonogamă. Protalul feminin sau endospermul primar prezintă două sau mai multe arhegoane. Sămânța are tegumentul sclerificat. La unele pinopside sămânța este aripată. La altele este înconjurată de un aril cărnos (ex. *Taxus*) sau chiar de solzii carpelari care devin cărnoși la maturitate (ex. *Juniperus*). Clasa are aproximativ 600 specii actuale, grupate în 70 genuri și 9 familii (Mabberley 1997).

Familia ***Pinaceae*** grupează arbori și arbuști rășinoși, cu frunze aciculare, sempervirente. Conurile masculine sunt mici, de consistență erbacee, alcătuite din microsporofile dispuse spiralat, fiecare cu câte doi saci polenici situați abaxial. Conurile feminine sunt mari și au consistență lemnoasă. Ele sunt alcătuite din macrosporofile dispuse separat, fiecare purtând câte două ovule pe fața adaxială. La baza fiecărei macrosporofile, adaxial, se află câte o bractee. În țara noastră cresc spontan șapte din cele 220 specii de pinacee cunoscute: *Abies alba* (Brad), *Picea abies* (Molid), *Larix decidua* s.l. (Larice, Zadă), *Pinus sylvestris* (Pin silvestru, Pin roșu), *Pinus mugo* (Jneapăn), *Pinus nigra* subsp. *banatica* (Pinul negru bănățean) și *Pinus cembra* (Zâmbru). **Bradul** are frunze dispuse pectinat, emarginate la vârf (știrbite), cu două dungi albicioase pe fața inferioară. Conurile femele sunt erecte, cu macrosporofile caduce la maturitate (Fig. 65). Bradul formează păduri pure (brădete) sau păduri de amestec cu fagul și molidul. **Molidul** are frunzele pungente, romboidale în secțiune transversală, lipsite de dungi stomatice vizibile, dispuse spiralat în jurul ramurilor. Conurile femele sunt erecte la început, apoi, după polenizare, devin pendente (Fig. 66). La maturitate cad întregi. Molidul formează păduri pure (molidișuri) sau păduri de amestec cu fagul și bradul. **Zada** se remarcă prin frunze grupate în fascicule la capătul microblastelor (Fig. 67). Este singurul conifer de la noi cu frunze căzătoare. Zada este ocrotită atât în cadrul unor rezervații naturale, cât și ca indivizi izolați. **Pinul** are frunzele grupate câte două în fascicule inserate pe microblaste (Fig. 68). Conurile femele ajung la maturitate după doi ani, spre deosebire de conurile celorlalte conifere care se maturizează într-un singur an. **Jneapănul** se caracterizează prin prezența a numeroase tulpini târâtoare. El formează în etajul subalpin asociații caracteristice numite jnepenișuri. **Pinul negru bănățean** are frunzele grupate câte două, ca și speciile de pin precedente. Acestea sunt însă mult mai lungi (până la 18 cm lungime). Conurile sunt galben-ocru sau galben-verzui. Acest taxon este endemic în Munții Cernei, Mehedinți, Vâlcan și Almăj. **Zâmbru** prezintă frunze rigide, grupate câte 5. Semințele sunt mari, nearipate, comestibile (coconari) (Ciocârlan 2000). Acest arbore este ocrotit ca monument al naturii.

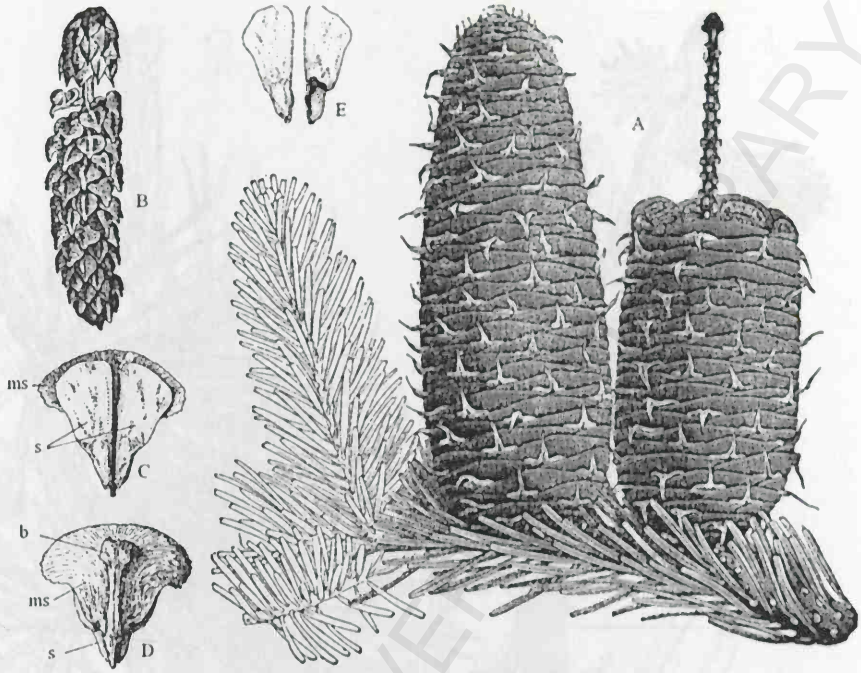


Fig. 65. *Abies alba*: A. ramură cu conuri feminine mature, B. con masculin, C-D. macrosporofile (ms) cu seminţe (s), însoţite de bractee (b), E. seminţe (după Strasburger et al. 1961, p. 527)

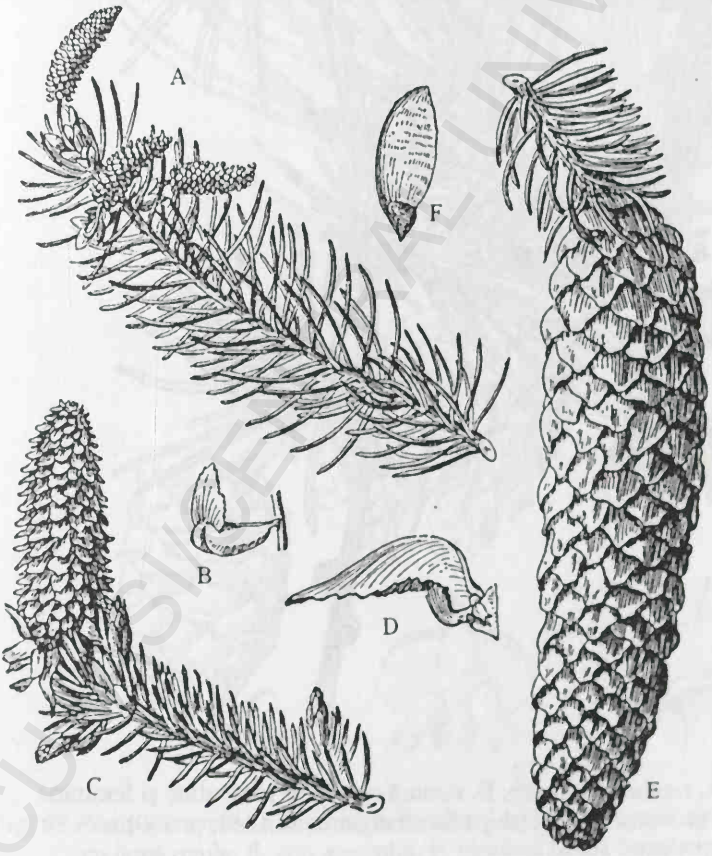


Fig. 66 *Picea abies*: A. ramură cu conuri masculine, B. microsporofilă cu mucrosporangi, C. ramură cu con feminin tânăr, D. macrosporofilă, E. sămânţă (după Strasburger et al. 1961, p. 529)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

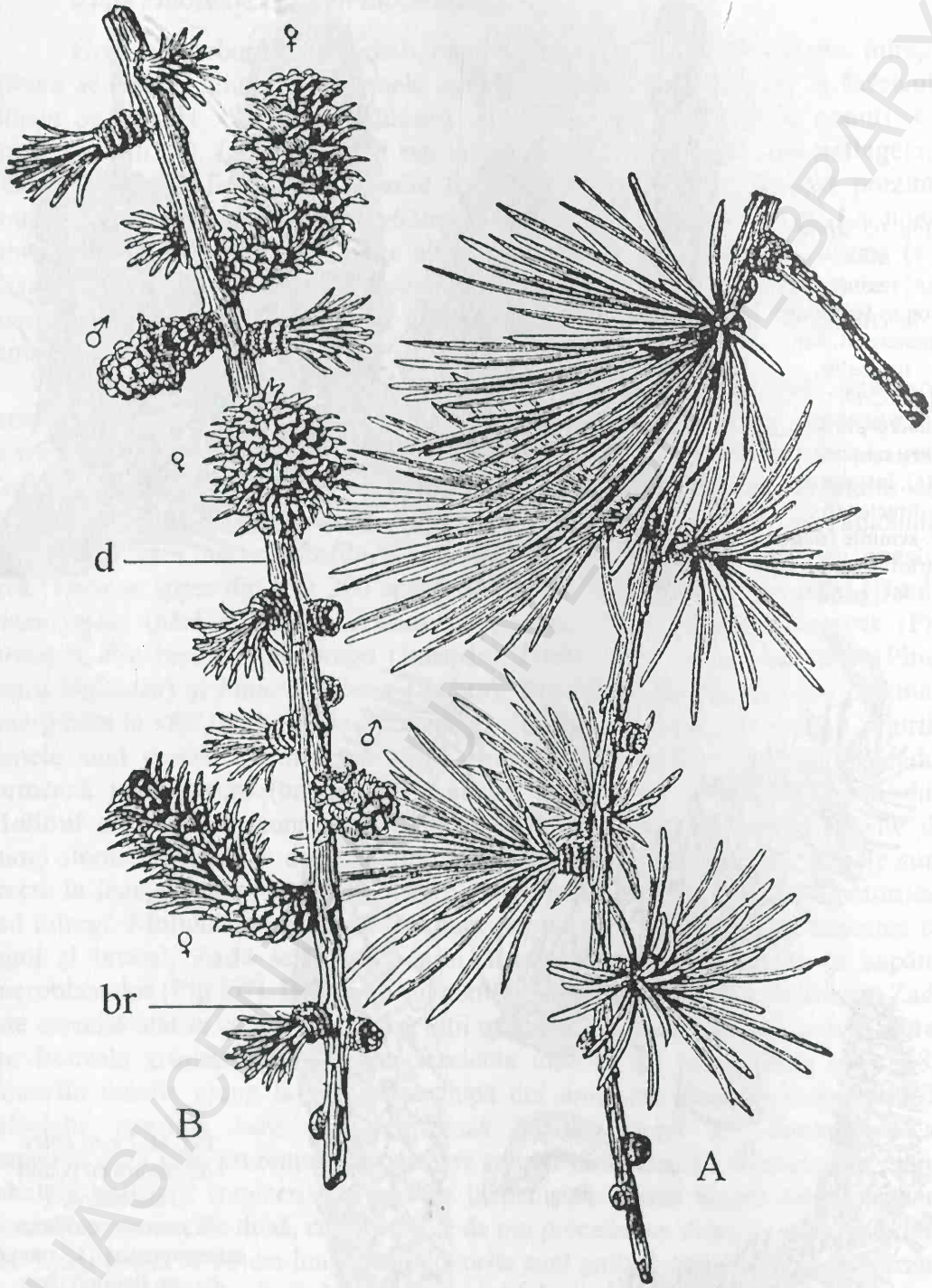


Fig. 67. *Larix decidua*: A. ramură cu frunze, B. ramură cu conuri masculine şi feminine (d – dolicoblast, br – brachiblast) (după Strasburger et al. 1961, p. 530)

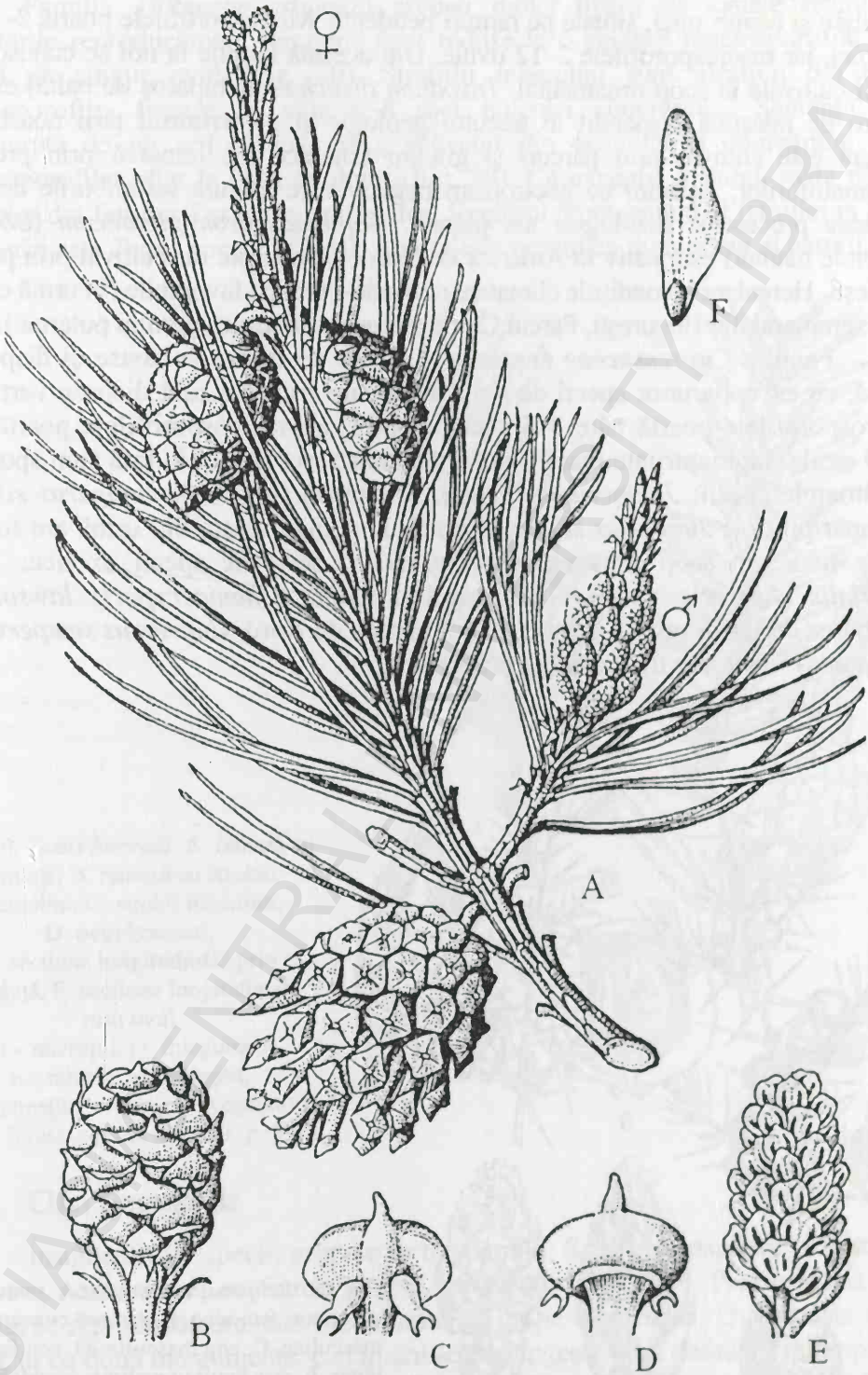


Fig. 68 *Pinus sylvestris*: A. ramură cu frunze și conuri, B. con feminin tânăr, C-D. macrosporofilă cu două ovule, E. con masculin, F. sămânță (după Strasburger et al. 1961, p. 524)

BCU IAȘI CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Familia ***Taxodiaceae*** grupează arbori mari, uneori gigantici, cu frunze aciculare şi conuri mici, situate pe ramuri pendente. Microsporofilele poartă 2–8 saci polenici, iar macrosporofilele 2–12 ovule. Din această familie la noi se cunosc doar specii cultivate în scop ornamental. *Taxodium distichum* (Chiparos de baltă) este un arbore de mlaştină răspândit în trecutul geologic şi pe teritoriul țării noastre. În prezent este cultivat prin parcuri şi grădini botanice. Se remarcă prin prezența pneumatoforilor, rădăcini cu geotropism negativ care asigură schimburile de gaze necesare proceselor fiziologice ale plantei. *Sequoiadendron giganteum* (Secvoia, Arborele mamut) este nativ în America de Nord. La noi este rar cultivat prin parcuri (Ploieşti, Herculane), condițiile climatice nefiindu-i tocmai favorabile (în urmă cu 3–4 ani exemplarul din Bucureşti, Parcul Carol, s-a uscat din cauza gerului puternic).

Familia ***Cupressaceae*** cuprinde conifere cu frunze solzoase şi dispoziție opusă, cu excepția unor specii de Ienupăr la care frunzele sunt dispuse verticilat. Microsporofilele poartă câte 3–5 saci polenici, iar macrosporofilele poartă câte 2–20 ovule. La maturitate macrosporofilele concresc. La noi în țară sunt spontane următoarele specii: *Juniperus communis* (Ienupăr) (Fig. 69), *Juniperus sibirica* (Ienupăr pitic) şi *Juniperus sabina* (Cetină de negi). Acesta din urmă are foliajul foarte toxic. În scop ornamental se cultivă o serie de specii exotice: *Thuja orientalis* (Arborele vieții) – originar din China, *Chamaecyparis lawsoniana* (Chiparos de California) – originar din America de Nord, *Cupressus sempervirens* (Chiparos) – originar din zona mediteraneană.

Fig. 69. *Juniperus communis*: A. ramură cu conuri feminine, B. ramură cu conuri masculine, C. con masculin, D. con feminin tânăr, E. con feminin matur („pseudobacă") (după Strasburger et al. 1961, p. 531)

Familia ***Taxaceae*** grupează arbuşti dioici lipsiţi de canale rezinifere. Structurile reproducătoare feminine sunt reduse la o singură macrosporofilă care poartă un singur ovul (Fig. 70). Strobilii masculini sunt alcătuiţi din 6–14 microsporofile, fiecare cu câte 4–8 saci polenici concrescuţi. Sămânţa este înconjurată de un aril cărnos, roşu, provenit din dezvoltarea epimaţiului, rest macrosporofilar aflat la baza ovulului (Fig. 70). Cu excepţia arilului, toate părţile plantelor din familia Taxaceae sunt toxice. Singurul reprezentant al familiei în flora României este *Taxus baccata* (Tisa). Acesta este ocrotit ca monument al naturii.

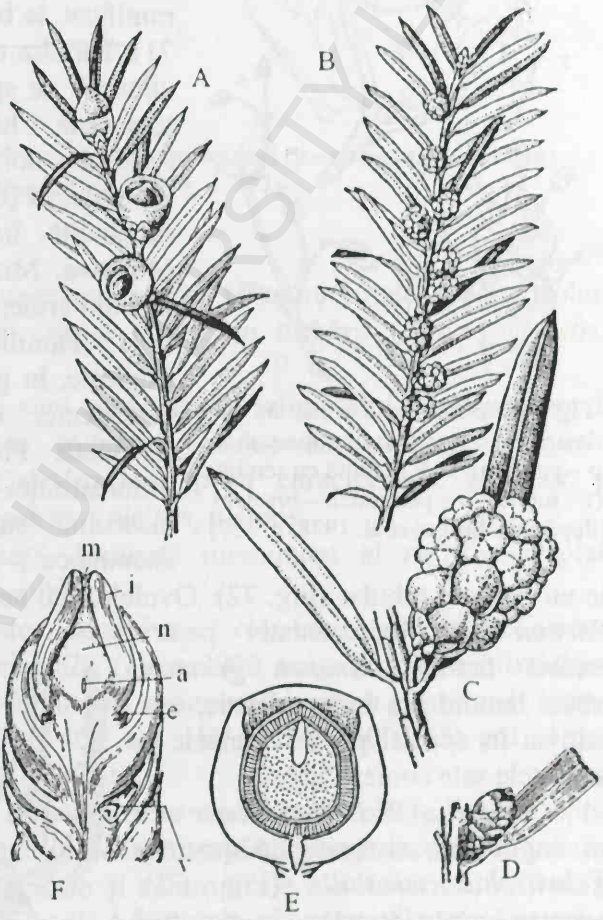


Fig. 70. *Taxus baccata*: A. ramură cu seminţe, B. ramură cu strobili masculini, C. strobil masculin, D. ovul bracteat, E. secţiune longitudinală prin sămânţă, F. secţiune longitudinală prin ovul (m – micropil, i – integument, n – nucelă, a – arhegon, e – epimaţiu, v – mugure vegetativ) (după Strasburger et al. 1961, p. 532)

Clasa Gnetopsida

Însumează 95 specii, grupate în trei familii. Sunt gimnosperme arbustoide, rar liane, nerăşinoase, cu frunze simple, opuse sau verticilate. Pentru prima dată structurile reproducătoare sunt înconjurate de un perigon redus. Ovulul este erect, prevăzut cu două integumente. Cel intern se prelungeşte mult deasupra micropilului formând o structură asemănătoare stilului de la angiosperme, numită tubilus. Embrionul are două cotiledoane. Lemnul este alcătuit din traheide şi trahei.

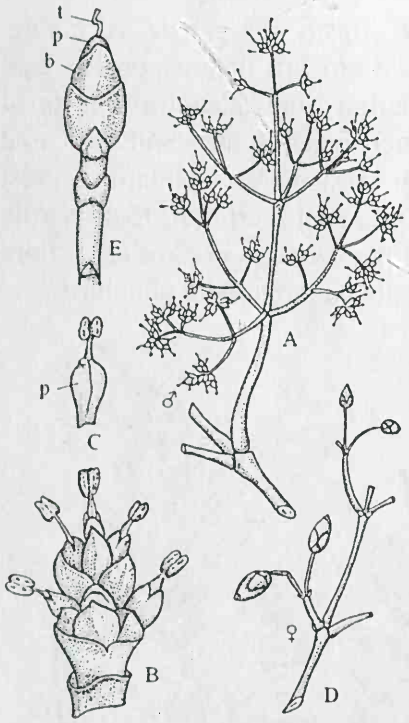


Fig. 71. *Ephedra* sp.: A. ramură cu flori masculine, B-C. flori masculine (p – perigon), D-E. ramură cu semințe (t – tubilus, p – perigon, b – bractee) (după Strasburger et al. 1978, p. 737)

Familia ***Ephedraceae*** cuprinde subarbuşti sau liane dioice, cu tulpini articulate, virgate (striate), fotosintetizante. Frunzele sunt reduse, solziforme, dispuse opus sau verticilat. Inflorescențele feminine sunt alcătuite din câte două ovule înconjurate la bază de un complex format din 2–8 perechi de bractee care uneori devin cărnoase la maturitate. Floarea masculină este reprezentată de o stamină cu filamentul ramificat, la bază cu perigon redus, bilobat (Fig. 71). Familia are un singur gen – *Ephedra* – cu circa 40 de specii răspândite în regiunea mediteraneană, China, vestul Statelor Unite, Mexic şi Anzi. La noi creşte *Ephedra distachya* subsp. *monstachya* (Cârcel). Aceasta este destul de rară, răspândită în câteva județe din Dobrogea, Moldova, Muntenia, Transilvania şi Banat, pe terenuri aride, stepice sau pe nisipuri litorale.

Familia ***Gnetaceae*** grupează 29 specii tropicale, în general liane. Frunzele sunt opuse, persistente, cu lamina lată şi nervațiune reticulată. Florile sunt dispuse verticilat, în inflorescențe asemănătoare spicelor. Florile masculine sunt alcătuite din câte o singură stamină cu 1–2 saci polenici, la bază înconjurată de un perigon tubular (Fig. 72). Ovulele sunt acoperite de trei integumente. Genul *Gnetum* este reprezentativ pentru această familie. *Gnetum gnemon*, arbust lianoid din Indomalaezia, este cultivat în special pentru frunzele şi semințele sale comestibile.

Familia ***Welwitschiaceae*** are un singur gen, cu o singură specie – *Welwitschia mirabilis* (Fig. 73). Aceasta creşte spontan în deşertul Namibiei. Este un arbust cu trunchiul redus. Cele două frunze sunt opuse, simple, cu nervațiune paralelă şi creştere nelimitată (circa 13 cm/an). Conurile feminine / masculine se află situate pe marginea trunchiului. Floarea feminină este alcătuită dintr-un singur ovul bitegumentat, opus

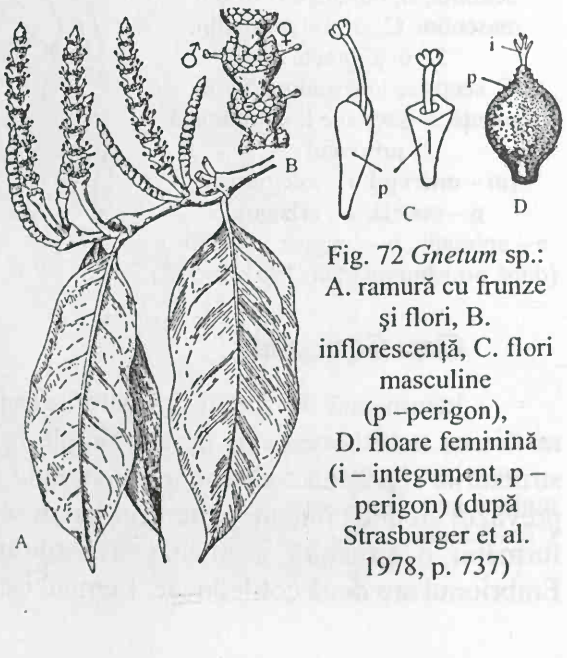


Fig. 72 *Gnetum* sp.: A. ramură cu frunze şi flori, B. inflorescență, C. flori masculine (p –perigon), D. floare feminină (i – integument, p – perigon) (după Strasburger et al. 1978, p. 737)

unei bractee. Floarea masculină este alcătuită din 6 stamine şi un ovul bitegumentat steril, opuse unei bractee. *Welwitschia* are o longevitate foarte mare, de până la 2000 ani.

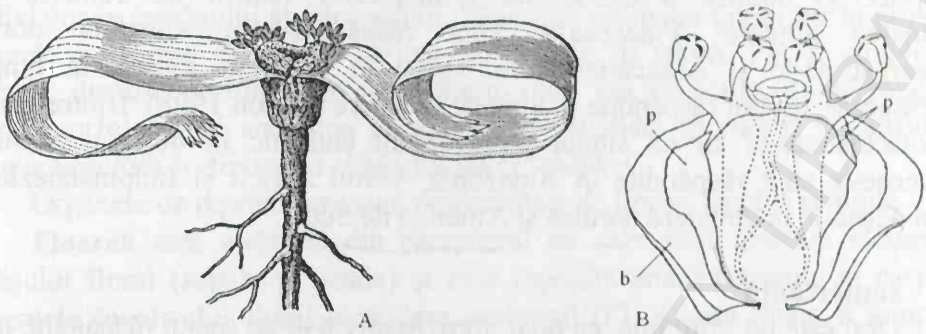


Fig. 73. *Welwitschia mirabilis*: A. habitus, B. floare masculină (p – perigon, b – bractee) (după Strasburger et al. 1978, p. 737)

Ecologie, răspândire

Gimnospermele sunt prin excelenţă plante terestre. Unele suportă soluri mlăştinoase (*Taxodium distichum*), altele trăiesc în turbării (*Pinus sylvestris* subsp. *turfosa*, *Pinus mugo*).

Deşi cele mai multe specii sunt caracteristice climatului temperat, pot fi întâlnite şi în zone subtropicale (*Ginkgo biloba*) sau tropicale (*Cycas*, *Ceratozamia*, *Gnetum*). Genul *Ephedra* are specii caracteristice stepelor şi semideşerturilor. Acestea cresc pe substrat pietros, nisipos.

Welwitschia mirabilis, plantă declarată monument al naturii pe plan mondial, este deşertică (deşertul Namibiei).

Gimnospermele sunt plante longevive. Cele care pot atinge vârste impresionante sunt *Welwitschia mirabilis* (circa 2000 ani), *Taxodium distichum* (2000 ani), *Pinus longaeva* (4500–5000 ani) şi *Sequoiadendron giganteum* (peste 6000 ani). *Picea abies* trăieşte 300–400 ani, *Abies alba* 400–500 ani, *Larix decidua* 700 ani, *Pinus cembra* 800–1000 ani.

Gimnospermele sunt larg răspândite pe toate continentele, cu excepţia Antarcticii. Boweniaceae-le sunt răspândite în Australia, Stangeriaceae-le în sudul Africii, Zamiaceae-le în zonele tropicale şi subtropicale ale Americii, Africii şi Australiei, iar Cycadaceae-le din estul Africii până în Japonia şi Australia. Ginkgoaceae-le au un singur reprezentant, endemic în China. Coniferele formează în emisfera nordică păduri foarte întinse, cu compoziţie diferită de la un continent la altul. Astfel, în Europa pădurile de conifere sunt dominate de *Picea* şi *Abies*, în Asia de *Larix* şi *Picea*, iar în America de Nord de *Sequoia sempervirens*, *Sequoiadendron gigantea*, *Taxodium* sp. În emisfera sudică coniferele sunt mai puţin răspândite. Disjuncţia lor începe spre ecuator, lăsând mari goluri în Asia, Africa, dar şi America de Nord. În Africa de Sud pădurile de conifere sunt formate din *Widdringtonia* (Chiparos african), iar în America de Sud din specii ale

genului *Araucaria*. În India există o singură specie nativă: *Nageia wallichiana* (Podocarpaceae). Celelalte conifere din India sunt de fapt elemente eurasiatice. În zona mediteraneană pădurile de conifere sunt formate de *Cedrus*, *Cupressus*, *Juniperus*. O analiză a distribuției principalelor familii de conifere arată următoarea situație: Pinaceae-le sunt răspândite în emisfera nordică, Podocarpaceae-le și Araucariaceae-le numai în emisfera sudică, în timp ce Cupressaceae-le sunt răspândite în ambele emisfere (Farjon 1998). Dintre gnetate, Welwitschiaceae-le au un singur reprezentant endemic în deșertul Namibiei, Gnetaceae-le sunt răspândite în Amazonia, vestul Africii și Indomalaiezia, iar Ephedraceae-le în emisfera nordică și America de Sud.

Importanță

Deși este un grup mic, cu doar aproximativ 840 de specii răspândite pe tot globul, gimnospermele sunt plante deosebit de importante. Ele formează păduri foarte întinse și reprezintă astfel una dintre cele mai importante surse de lemn pentru construcții, pentru cherestea și mobilă, pentru hârtie și chiar pentru lemn de foc sau mangal. Molidul se folosește pentru confecționarea de instrumente muzicale, iar Tisa pentru sculptură. Din ritidomul gimnospermelor se extrage tanin folosit în tăbăcărie. Răşina este folosită pentru extragerea terebentinei sau pentru obținerea balsamului. Unele specii au importanță medicinală. Astfel, din mugurii de Pin și Jneapăn se obțin siropuri expectorante, diuretice etc. Pseudobacele de *Juniperus* sp. sunt cunoscute pentru proprietățile lor diuretice și sudorifice. În arta culinară se folosesc ca și condiment sub numele de ienibahar. Din *Ephedra* sp. se extrage efedrina, substanță cu acțiune vasoconstrictoare și stimulatoare. Frunzele de *Ginkgo biloba* conțin principii cu acțiune vasodilatatoare la nivelul creierului. Semințele de *Pinus cembra* și *Pinus pinea* se folosesc în alimentație (cofetărie, patiserie). Din tulpina de *Cycas* sp. se extrage o făină numită sago. Foarte multe gimnosperme au importanță ornamentală, fiind cultivate în parcuri, grădini sau de-a lungul străzilor, ca arbori de aliniament. În țările asiatice *Ginkgo biloba* și *Cryptomeria japonica* sunt frecvent cultivate pe lângă temple, fiind considerate arbori sacri.

VI.2.2.4. Încrengătura Magnoliophyta (Anthophyta, Angiospermae)

Caractere generale

Grupează plante lemnoase, sub formă de arbori sau arbuști, și plante erbacee, anuale, bianuale sau perene. Predominante sunt speciile terestre. Cele acvatice și palustre sunt adaptate secundar acestor medii. Cele mai multe angiosperme sunt autotrofe și doar puține sunt heterotrofe, fie saprofite (orhideele), fie parazite (Vâsc, Cuscută, Lupoaie etc).

Cormul este complet, alcătuit din rădăcină, tulpină și frunze. **Rădăcina** poate fi rămuroasă, pivotantă sau fasciculată. **Tulpina** poate fi ramificată monopodial sau simpodial. Unele specii prezintă tulpini cu creștere subterană

(rizomi, tuberculi, bulbi). Cilindrul central este de tip eustel (dicotiledonate) sau atactostel (monocotiledonate). Cu puține excepții (Magnoliales, Trochodendrales), lemnul angiospermelor este format din trahei. Formațiunile secundare rezultate din diviziunea cambiului și felogenului determină creșterea tulpinilor în grosime. **Frunzele** au forme și mărimi variate, în funcție de taxon. Pot fi simple sau compuse, dispuse pe tulpini în mod altern, opus sau verticilat. Toate aspectele privind morfologia și anatomia cormului sunt studiate în cadrul cursurilor de *Biologie vegetală* și *Anatomia și Morfologia Plantelor*.

Organele de reproducere sunt reprezentate de floare, fruct și semințe.

Floarea este alcătuită din receptacul pe care sunt inserate elementele învelișului floral (sepale și petale) și cele reproducătoare (stamine și carpele). Elementele învelișului floral alcătuiesc periantul (P). Acesta poate fi simplu – haplochlamideu – alcătuit din elemente de același fel (sepale – P sepaloid; petale – P petaloid), sau poate fi dublu – diplochlamideu – alcătuit din caliciu (K = totalitatea sepalelor) și corolă (C = totalitatea petalelor). Elementele învelișului floral pot fi libere (K dialisepal; C dialipetală) sau concrescute (K gamosepal; C gamopetală). Florile lipsite de înveliș floral sunt numite achlamidee. Totalitatea staminelor alcătuiesc androceul (A). Staminele pot fi libere sau pot fi grupate în mănunchiuri (monadelf, diadelf, triadelf, poliadelf), distribuite pe un singur cerc (haplostemon), pe două cercuri (diplostemon sau obdiplostemon) sau pe mai multe cercuri (polistemon). Fiecare stamină este alcătuită dintr-un filament și o anteră cu câte 4 saci polenici. Țesutul sporogen conținut de sacii polenici formează, prin meioză, microspori uninucleați. Prin germinarea acestora rezultă ulterior gametofiții masculini reprezentați de granulele de polen. Acestea au un înveliș dublu, alcătuit din intină și exină. Forma, mărimea, dar mai ales ornamentațiile sporodermei (peretele exterior al exinei) constituie criterii taxonomice foarte importante. Granulul de polen conține o celulă vegetativă (protalul ♂) și o celulă generativă (anteridială) care va genera gameții masculini (spermatii). Totalitatea carpelelor alcătuiesc gineceul (G). Acesta poate fi monopână la policarpelar. Carpelele pot fi libere sau pot fi concrescute alcătuind ovarul. Acesta din urmă adăpostește unul sau mai multe ovule. În floare ovarul poate ocupa o poziție superioară, semiinferioară sau inferioară. Ovulul, la cele mai multe dintre angiosperme, prezintă o nucelă învelită de două integumente, unul intern și altul extern, care formează la partea superioară un micropil. La polul micropilar al nucelei se diferențiază o celulă arhesporală care va deveni celulă mamă macrosporală. Aceasta, prin diviziune reducțională, va forma 4 celule din care doar una va rămâne funcțională devenind celulă mamă a sacului embrionar. Sacul embrionar este practic gametofitul feminin. Este alcătuit din 8 nuclee: la polul micropilar se află oosfera și 2 celule sinergiale, central se află 2 nuclee care de multe ori se contopesc formând nucleul secundar al sacului embrionar, la polul bazal se află 3 celule antipode.

Fecundația în cazul angiospermelor este dublă: una din spermatii se contopește cu oosfera formând zigotul diploid, cea de-a doua se unește cu nucleul secundar al sacului embrionar devenind endospermul secundar triploid.

După fecundație, ovulul devine **sămânță**, iar peretele ovarului devine **fruct**.

Așadar, dubla fecundație și semințele închise în fruct sunt principalele caracteristice comune tuturor angiospermelor.

Mai multe detalii despre flori, inflorescențe, fructe, semințe sunt prezentate în cadrul cursurilor de *Biologie vegetală*, *Anatomia și morfologia plantelor* și *Biologia dezvoltării plantelor*.

Clasificare, reprezentanți

Angiospermele însumează 13114 genuri, cu 249300 specii (Mabberley 1997). Clasificarea acestora a suferit în ultimii ani modificări importante ca urmare a acumulării de tot mai multe date, mai ales din domeniul taxonomiei moleculare (APG I, APG II). În principiu, familiile s-au păstrat, dar încadrarea lor în taxoni superiori este uneori diferită. Este adevărat, aceste sisteme reflectă mult mai bine relațiile filogenetice dintre diferitele grupe de plante, dar, în demersul nostru didactic, am observat că sunt mult mai greu de înțeles de către studenți. De aceea, în cadrul acestei lucrări, preferăm să utilizăm un sistem ceva mai vechi, elaborat de Cronquist (1981), sistem care se bazează pe o serie de caracteristici anatomo-morfologice, dar și pe caracteristici biochimice. Vom preciza însă pentru fiecare familie în parte situația în alte sisteme de clasificare (Thorne 1992, Strasburger et al. 1998, APG II 2003).

Prin urmare, angiospermele sunt grupate în două clase: **Magnoliopsida** (Magnoliatae, Dicotyledonatae) și **Liliopsida** (Liliatae, Monocotyledonatae).

Clasa Magnoliopsida (Magnoliatae, Dicotyledonatae)

Principalul caracter al reprezentanților acestei clase este embrionul cu două cotiledoane. Un singur cotiledon apare în urma reducerii unuia sau prin sincotilie (ex. *Ficaria*, *Cyclamen*, unele Nymphaeaceae). La unele specii parazite cotiledoanele lipsesc (ex. *Viscum*, *Cuscuta* etc.). Angiospermele dicotiledonate sunt plante cu ramificație simpodială. Rădăcina este pivotantă sau rămuroasă, de origine embrionară. La unii reprezentanți aceasta este înlocuită de timpuriu cu rădăcini adventive (ex. Ranunculaceae, Berberidaceae, Nymphaeaceae). Tulpina poate fi lemnoasă sau ierboasă, prevăzută cu un cilindru central de tip eustel. Frunzele sunt foarte diversificate ca formă, de regulă pețiolate, cu nervațiune penată sau palmată. Florile sunt de regulă diplochlamidee, frecvent de tipul 5, 4, 2, ciclice sau, la grupele primitive, hemiciclice sau spirociclice.

Clasa Magnoliopsida cuprinde următoarele subclase: Magnoliidae, Hamamelidae, Caryophyllidae, Dilleniidae, Rosidae, Asteridae.

SUBCLASA MAGNOLIIDAE (POLYCARPIA)

Grupează cele mai primitive dicotiledonate. Cu unele excepții, florile magnoliidelor sunt polimere, spirociclice, actinomorfe, haplo sau diplochlamidee, dialisepale şi dialipetale, cu androceul polimer şi gineceul polimer, apocarp, rar sincarp. Fructele sunt de diferite tipuri. Din punct de vedere biochimic se caracterizează prin prezența de benzil-izochinolin, de alcaloizi aporfinici şi a altor tipuri de alcaloizi.

Ordinul **Magnoliales** cuprinde plante lemnoase având flori cu structură primitivă. Dintre familiile mai importante amintim:

Familia ***Magnoliaceae*** cuprinde arbori şi arbuşti răspândiți mai ales în regiunile tropicale şi subtropicale, frecvent cultivați în regiunile temperate. Aceştia au frunzele căzătoare sau persitente, dispuse altern, simple, întregi, mai rar lobate. Florile sunt mari, dispuse terminal sau axilar, hipogine, hermafrodite, cu periantul variabil, spirociclic până la ciclic, de obicei petaloid, cu stamine şi carpele numeroase. Fructul este variabil (foliculă, capsulă, nuculă, bacă). Polenizarea este entomofilă sau cantarofilă. Formula florală este: $P_{6\text{-}18}A_{\infty}G_{\infty}$. Reprezentanți: *Magnolia stellata* (Fig. 74), *Magnolia* × *soulangeana*, *Magnolia kobus*, *Liriodendron tulipifera* (Arborele cu lalele). Magnoliile sunt apreciate pentru florile lor deosebite, cu înflorire timpurie, de aceea le întâlnim adesea cultivate în parcuri şi grădini.

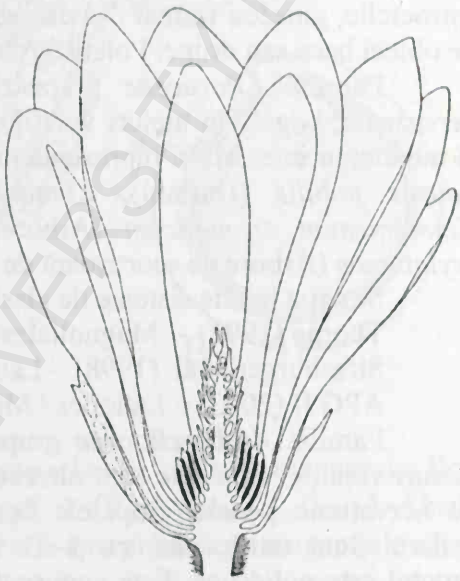


Fig. 74. *Magnolia stellata* – secțiune longitudinală prin floare (după Strasburger et al. 1961, p. 567)

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Magnoliales / Magnolianae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Magnoliales / Magnoliidae / Magnoliopsida

APG II (2003) – Magnoliales / Magnoliide

Familia ***Annonaceae*** grupează în principal plante lemnoase având unele caractere care se regăsesc în cadrul monocotiledonatelor (ex. polen tricolpat). Frunzele sunt simple, întregi, alterne, cu nervațiune penată. Florile, solitare sau grupate în inflorescențe cimoase, sunt hermafrodite, trimere: $K_3C_{3+3}A_{\infty}G_{(3\text{-}\infty)}$. Polenizarea este entomofilă. Fructul este format din mai multe bace ce pot concreşte pe parcursul dezvoltării lor. În Grădina Botanică din Bucureşti se cultivă *Asimina triloba*, specie originară din America de Nord, ale cărei fructe sunt comestibile. O altă specie a acestei familii este *Cananga odorata* cunoscută popular sub numele de Ylang-ylang şi folosită în industria cosmetică.

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Magnoliales / Magnolianae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Magnoliales / Magnoliidae / Magnoliopsida
APG II (2003) – Magnoliales / Magnoliide

Ordinul **Laurales** cuprinde arbori, arbuşti sau liane. Acestea sunt caracterizate de prezența în țesuturile parenchimatice foliare a glandelor secretoare de uleiuri volatile. Frunzele sunt simple, rar compuse, dispuse altern sau opus, întregi, rar lobate sau dințate. Florile sunt adesea grupate în inflorescențe, periantul nediferențiat în sepale şi petale, stamine dispuse ciclic sau spirociclic, gineceu format din una sau mai multe carpele. Fructele sunt variabile, de obicei bace sau drupe. Polenizarea este entomofilă.

Familia ***Lauraceae*** grupează plante lemnoase, cu frunze de regulă persistente, bogate în uleiuri volatile, răspândite în zonele tropicale, subtropicale şi mediteraneene. Mulți reprezentanți ai acestei familii au importanță economică: *Laurus nobilis* (Dafinul), *Cinnamomum camphora* (Arborele de camfor), *Cinnamomum aromaticum* (Arbore de scorțişoară de China), *Cinnamomum zeylanicum* (Arbore de scorțişoară de Sri Lanka).

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Magnoliales / Magnolianae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Laureles / Magnoliidae / Magnoliopsida
APG II (2003) – Laurales / Magnoliide

Familia ***Amborellaceae*** grupează arbuşti lipsiți de glande secretoare de uleiuri volatile. Frunzele sunt alterne, simple, cu marginile ondulate, slab serate, cu nervațiune penată. Stipelele lipsesc. Florile sunt grupate în inflorescențe axilare. Sunt unisexuate, cu 5–11 tepale, numeroase stamine şi 5–6 carpele. Fructul este polidrupă. Este cunoscută o singură specie – *Amborella trichopoda*, endemică în Noua Caledonie.

Situația în alte sisteme de clasificare:
Strasburger et al. (1998) – Chloranthales (ordin izolat)
APG II (2003) – familie izolată, neîncadrată într-un taxon de rang superior

Ordinul **Piperales** cuprinde plante erbacee şi lemnoase (epifite, liane, arbuşti, rar arbori) răspândite în zonele tropicale. Florile achlamidee sunt grupate în spice sau cime dense. Staminele şi carpelele sunt în număr variabil. Fructele sunt bace cu pericarp subțire. Reprezentativă este familia ***Piperaceae***. Dintre speciile acesteia amintim: *Piper nigrum* (Piper negru) – liană asiatică cultivată mult pentru fructele sale folosite drept condiment (Fig. 75), *Piper betel* (Betel) – utilizat ca stimulent al digestiei, *Peperomia* spp. – plantă de talie mică, cu frunze decorative, utilizată la noi ca plantă de apartament.

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Magnoliales / Magnolianae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Piperales, ordin izolat
APG II (2003) – Piperales / Magnoliide

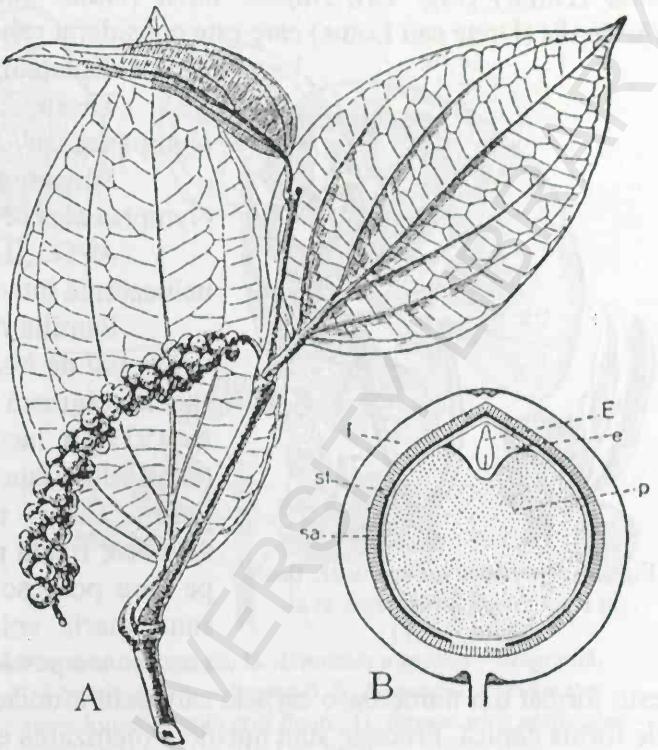


Fig. 75. *Piper nigrum*: A. ramură cu frunze şi fructe, B. secţiune longitudinală prin fruct (f – pericarp, st – endocarp, sa – tegument seminal, p – perisperm, e – endosperm, E – embrion) (după Strasburger et al. 1961, p. 602)

Ordinul **Aristolochiales** cuprinde plante erbacee, puţine lemnoase, cu flori ciclice, actinomorfe sau zigomorfe, pe tipul 3 [$P_{(3),(3+3)}A_{6+6;3+3}G_{(6-4)}$]. Unele caractere morfologice, anatomice şi serologice le apropie atât de magnoliale cât şi de ranunculale.

Unica familie, ***Aristolochiaceae***, este reprezentată la noi de: *Aristolochia clematitis* (Mărul lupului, Cucurbeţică) şi *Asarum europaeum* (Piperul lupului). Prima este răspândită pe la marginea semănăturilor, prin vii, iar cea de-a doua prin păduri de foioase.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Magnoliales / Magnolianae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Aristolochiales, ordin izolat

APG II (2003) – Piperales / Magnoliide

Ordinul **Nymphaeales** grupează plante acvatice cu flori polimere, rar trimere, hemiciclice, rareori ciclice, cu gineceu apocarp sau sincarp.

Reprezentativă este familia ***Nymphaeaceae***. Aceasta cuprinde specii acvatice, fixate de substrat prin rizomi şi rădăcini adventive. Frunzele sunt cordate sau peltate, lung peţiolate, natante sau emerse. Florile sunt mari, cu pedunculi lungi, emerse, bisexuate, actinomorfe, caracterizate de următoarea formulă florală: $K_{4-12}C_{0-\infty}A_{3-\infty}G_{1-\infty}$. Fructele sunt nucule sau bace. La noi în ţară cresc *Nymphaea*

alba (Nufăr) (Fig. 76), *Nuphar lutea* (Nufăr galben) şi *Nymphaea lotus* var. *thermalis* (Dreţe sau Lotus) care este considerat relict terţiar.

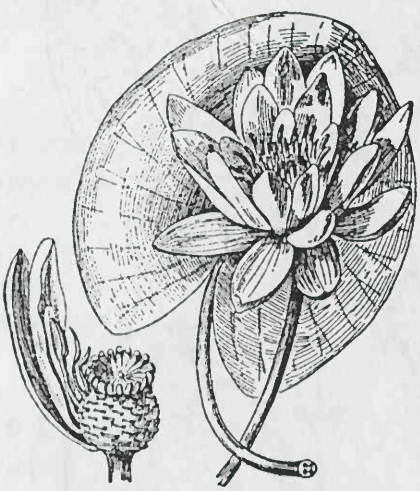


Fig. 76. *Nymphaea alba*: frunză, floare şi fruct (după Strasburger et al. 1961, p. 571)

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Nymphaeales / Nymphaeanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Nymphaeales / Nymphaeidae

APG II (2003) – familie izolată, neîncadrată într-un taxon de rang superior

Familia ***Nelumbonaceae*** este reprezentată la noi de *Nelumbo nucifera* (Lotus Indian), specie originară din Asia, care a fost cultivată în 1931 în lacul Snagov, apoi la Bucureşti (lacul din faţa Circului) şi Oradea (Băile Felix). Ca şi nuferii, *Nelumbo* este plantă acvatică, fixată prin rizomi lungi, puternici, de pe care pornesc frunze lung peţiolate. Florile sunt mari, solitare, lung pedunculate, cu numeroase petale dispuse spirociclic. Gineceul este format din numeroase carpele care sunt afundate într-un receptacul spongios, de formă conică. Fructele sunt nucule. Polenizarea este entomofilă.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Nelumbonales / Magnolianae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Nelumbonales / Ranunculidae / Rosopsida

APG II (2003) – Proteales / eudicotiledonate

Familia ***Ceratophyllaceae*** grupează specii acvatice, submerse, libere, perene. Frunzele sunt verticilate, dichotomic divizate. Florile sunt unisexuate, grupate monoic. Înflorirea şi polenizarea au loc în apă (Ciocârlan 2000). Fructele sunt nucule. În apele stagnante sau lin curgătoare de la noi cresc specii ale genului *Ceratophyllum* (Cosor).

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Ceratophyllales / Magnolianae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Ceratophyllales / Nymphaeidae

APG II (2003) – Ceratophyllales / ordin neîncadrat

Ordinul **Ranunculales** cuprinde predominant plante erbacee. Se remarcă prin flori spirociclice, androceul polimer, gineceul polimer şi apocarp (Fig. 77, 78). La reprezentanţii mai primitivi florile sunt actinomorfe (ex. *Helleborus*, *Anemone*), în timp ce la cei evoluaţi florile sunt zigomorfe (ex. *Aconitum*, *Consolida*). De asemenea, se constată o reducere a numărului de carpele până la una. O serie de alcaloizi sunt specifici reprezentanţilor acestui ordin: aconitina, delfinina, hidrastina, berberina etc.

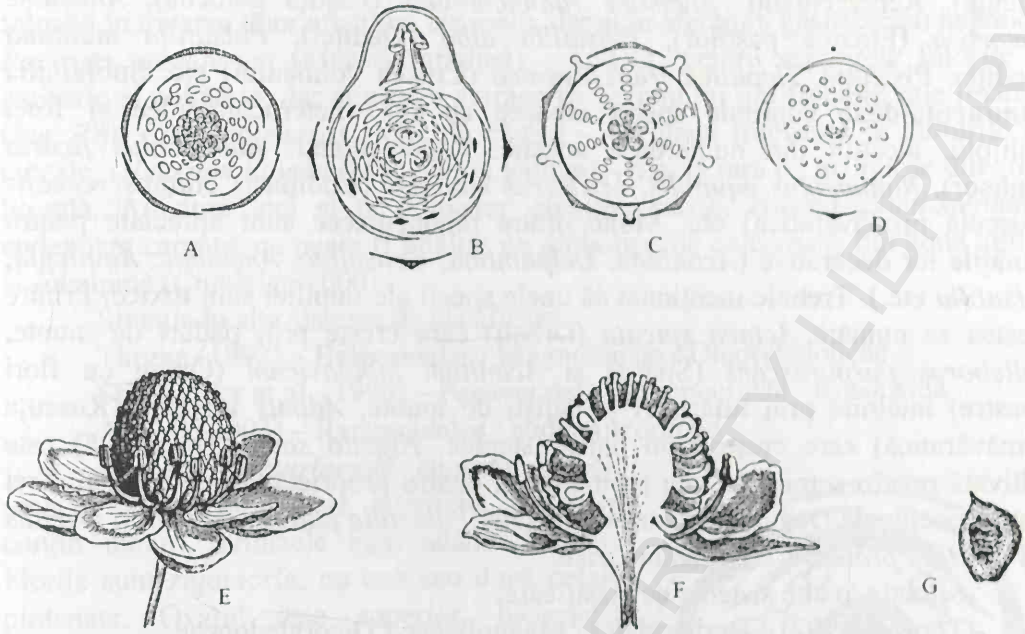


Fig. 77. Ranunculaceae: A. *Adonis annua* – diagramă, B. *Aconitum napellus* – diagramă, C. *Aquilegia vulgaris* – diagramă, D. *Cimicifuga* sp. – diagramă, E. *Ranunculus sceleratus* – floare, F. *Ranunculus sceleratus* – secțiune longitudinală prin floare, G. *Ranunculus sceleratus* – achenă (după Strasburger et al. 1961, p. 569)

Cea mai numeroasă familie a acestui ordin este ***Ranunculaceae***. Aceasta cuprinde plante erbacee, perene, bianuale sau anuale. Rădăcinile primare sunt înlocuite de cele adventive; frunzele sunt variate, cu sau fără stipele. Florile au şi ele o structură variată în cadrul familiei, structură ce poate fi sintetizată în formulele: $P_{3+3}A_{\infty}G_{\underline{\infty}}$; $K_{10\text{-}5}C_{\infty\text{-}5}A_{\infty}G_{\underline{\infty\text{-}1}}$. Numărul mare de specii şi chiar heterogenitatea lor a impus divizarea acestei familii în 3,4 sau 5 subfamilii (Pop et al. 1883). Subfamilia **Helleboroideae** grupează specii cu flori având simetrie actinomorfă sau zigomorfă, înveliş floral cu număr mic de elemente, diferenţiat sau nu în caliciu şi corolă, androceu polimer şi gineceu alcătuit dintr-un număr redus de carpele (5-1). Reprezentanţi: *Helleborus purpurascens* (Spânz), *Caltha palustris* (Calcea calului), *Nigella arvensis* (Negruşca), *Trollius europaeus* (Bulbuci), *Isopyrum thalictroides* (Găinuşi), *Aconitum lasianthum* (Omag), *Consolida regalis* (Nemţişor) etc. Subfamilia **Anemonoideae** grupează specii care au înveliş floral nediferenţiat şi fruct multiplu, alcătuit din achene

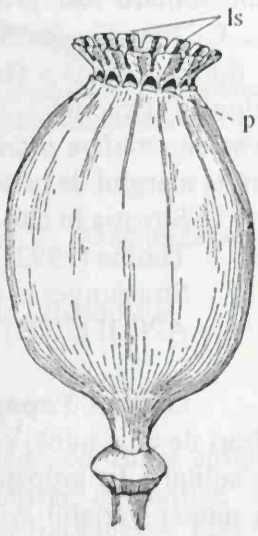


Fig. 78. *Papaver somniferum* – capsulă poricidă: ls - lobi stigmatici, p - por (după Strasburger et al. 1961, p. 581)

(nucule). Reprezentanți: *Anemone ranunculoides* (Păştiţa galbenă), *Anemone nemorosa* (Floarea paştilor), *Pulsatilla alba* (Dediței), *Pulsatilla montana* (Dediței, Pisicuțe), *Hepatica transsilvanica* (Crucea voinicului) etc. Subfamilia **Ranunculoideae** cuprinde specii erbacee cu flori heterochlamidee şi fruct multiplu, alcătuit din numeroase achene. Reprezentanți: *Ranunculus ficaria* (Untişor), *Ranunculus aquatilis*, *Myosurus minimus* (Codițucă), *Adonis vernalis* (Ruscuță primăvăratică) etc. Multe dintre ranunculacee sunt apreciate pentru calitățile lor decorative (*Aconitum*, *Delphinium*, *Consolida*, *Anemone*, *Aquilegia*, *Pulsatilla* etc.). Trebuie menționat că unele specii ale familiei sunt toxice. Printre acestea se numără *Actaea spicata* (Orbalț) care creşte prin păduri de munte, *Helleborus purpurascens* (Spânz) şi *Aconitum moldavicum* (Omag cu flori albastre) întâlnite prin tufărişuri şi pajişti de munte, *Adonis vernalis* (Ruscuța primăvăratică) care creşte prin pajişti stepice. *Nigella sativa* (Negrilică) este cultivată pentru semințele sale aromatice şi pentru proprietățile medicinale. Trei dintre speciile de Dediței sunt strict protejate: *Pulsatilla patens*, *Pulsatilla grandis* şi *Pulsatilla pratensis* subsp. *hungarica*.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Berberidales / Magnolianae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Ranunculales / Ranunculidae / Rosopsida

APG II (2003) – Ranunculales / eudicotiledonate

Familia ***Berberidaceae*** cuprinde plante lemnoase, mai rar ierburi. Frunzele sunt simple sau compuse, dispuse altern. Stipelele lipsesc sau sunt reduse. Florile sunt solitare sau grupate în raceme, bisexuate, hipogine, în general trimere: $K_{3+3}C_{3+3}A_{3+3}\underline{G_1}$. Polenizarea este entomofilă. Fructul este în general de tip bacă. În flora spontană a țării noastre doar două Berberidaceae sunt prezente: *Berberis vulgaris* (Dracilă) – arbust cu flori galbene în raceme pendule şi bace roşii, şi *Gymnospermium altaicum* – plantă erbacee de talie mică, cu flori galbene, foarte rară la margini de păduri şi tufărişuri în Dobrogea de Nord.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Berberidales / Magnolianae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Ranunculales / Ranunculidae / Rosopsida

APG II (2003) – Ranunculales / eudicotiledonate

Ordinul **Papaverales** cuprinde plante erbacee şi lemnoase (arbuşti, rar arbori de talie mică) cu frunze alterne, adesea lobate sau chiar sectate. Florile sunt fie solitare, fie grupate în inflorescențe cimoase. Sunt actinomorfe sau zigomorfe, cu număr variabil de elemente. Gineceul este sincarp, superior. Fructul este o capsulă poricidă sau valvicidă.

Familia ***Papaveraceae*** grupează plante cu canale laticifere ce conțin un latex incolor, alb sau portocaliu, bogat în alcaloizi izochinolinici. Structura florilor poate fi sintetizată în formula: $K_2C_{2+2}A_{\infty-4}\underline{G_{(\infty-2)}}$. Dintre reprezentanții mai comuni enumerăm: *Chelidonium majus* (Rostopască, Negelariță) – plantă medicinală

folosită în tratarea unor afecțiuni ale pielii, dar și în afecțiuni gastrice sau hepatice, *Papaver somniferum* (Mac de grădină) – cultivat pentru semințele folosite în patiserie și cofetărie, dar și pentru extragerea opiumului din fructele sale imature (Fig. 78), *Papaver rhoeas* (Mac de câmp) – buruiană frecventă în culturile de cereale, *Glaucium flavum* (Mac cornut galben) – plantă rară pe nisipurile din zona litorală. Amintim aici și pe *Papaver alpinum* subsp. *corona-sancti-stephani*, endemism carpatic ce poate fi întâlnit pe grohotișurile calcaroase din zona alpină și subalpină (Ciocârlan 2000).

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Berberidales / Magnolianae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Papaverales / Ranunculidae / Rosopsida

APG II (2003) – Ranunculales / eudicotiledonate

Familia ***Fumariaceae*** cuprinde specii erbacee lipsite de canale laticifere, dar care conțin uleiuri. Frunzele sunt adânc divizate. Florile sunt zigomorfe, cu una sau două petale pintenate. Ovarul este superior, bicarpelar (Fig. 79). Fructul este de tip capsulă sau indehiscent, acheniform. Sunt cunoscute circa 530 de specii răspândite mai ales în zonele temperate ale emisferei boreale. La noi cresc spontan doar câteva dintre acestea. Printre ele se află *Corydalis solida* și *Corydalis cava* (Brebenei), *Fumaria schleicherii* (Fumariță). Prin grădini se cultivă în scop ornamental *Dicentra spectabilis* (Cerceii doamnei) – plantă perenă erbacee originară din Asia de Est.

Fig. 79. *Corydalis* sp. – diagrama florală (după Strasburger et al. 1961, p.)

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Papaveraceae / Berberidales / Magnolianae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Papaverales / Ranunculidae / Rosopsida

APG II (2003) – Ranunculales / eudicotiledonate

SUBCLASA HAMAMELIDAE (AMENTIFERAE)

Cuprinde predominant plante lemnoase, mai rar erbacee, cu frunze simple, mai rar penat sau palmat compuse. Florile sunt de obicei anemofile, rar entomofile, mici, lipsite frecvent de înveliș floral sau haplochlamideice, mai rar heterochlamideice (ex. Hamamelidaceae). În general sunt unisexuate, cele masculine grupate în amenți, cele feminine grupate în inflorescențe de tipuri variate. Androceul este variabil, de la polimer până la monomer, gineceul este apocarp sau sincarp, alcătuit dintr-un număr redus de carpele până la una, superior sau inferior. Între polenizare și fecundare există un decalaj mare, asemănător

gimnospermelor. Fructele sunt foarte variate în cadrul subclasei. Din punct de vedere biochimic, hamamelidele sunt bogate în substanțe tanante, au antocianine și adesea acid elagic și acid galic.

Ordinul **Hamamelidales** grupează arbori, arbuști sau subarbuști cu vase lemnoase secundare de tip trahei scalariforme sau traheide cu punctuațiuni areolate. Frunzele sunt simple, întregi sau cu marginea dințată până la lobată. Stipelele sunt prezente, mai rar absente. Florile sunt în general anemofile, mici, hermafrodite sau unisexuate, grupate de obicei în inflorescențe. Periantul poate fi absent sau prezent. Staminele și carpelele variază ca număr. Fructele sunt uscate, dehiscente sau indehiscente.

Familia ***Platanaceae*** cuprinde arbori acoperiți cu peri ramificați. Lemnul secundar este alcătuit din traheide cu punctuațiuni areolate, acesta fiind un caracter de primitivitate. Ritidomul este neted și se desface în plăci mari. Frunzele sunt simple, palmat-lobate, stipelate. Florile sunt mici, unisexuate, adunate în inflorescențe globuloase, pendule. Fructele sunt achene adunate în infructescențe globuloase. Această familie are un singur gen – *Platanus* – cu opt specii răspândite în emisfera nordică. La noi *Platanus acerifolia* (Platan) este frecvent cultivat în parcuri și de-a lungul străzilor, ca arbore ornamental. Câteva exemplare sunt ocrotite în Grădina Botanică din București, la podul Cotroceni și în alte locuri din București, fiind seculare.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Platanaceae / Hamamelidales / Rosanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Platanales / ordine izolate / Rosopsida

APG II (2003) – Proteales / eudicotiledonate

Familia ***Hamamelidaceae*** este reprezentată de specii lemnoase adesea acoperite cu peri stelați. Frunzele sunt alterne, simple, stipelate, uneori persistente. Florile sunt mici, grupate în inflorescențe, anemofile sau entomofile. Sunt prevăzute cu un involucru format din bractee colorate. Adesea sunt apetale, cu poziția gineceului variabilă (inferior, superior sau semiinferior). Alcătuirea florilor poate fi sintetizată în următoarea formulă florală: $K_{5\text{-}4\text{-}0}C_{5\text{-}4\text{-}0}A_{5\text{-}4\text{-}0}G_{(2)}$. Fructul este o capsulă loculicidă sau septicidă. Se cunosc circa 30 genuri cu 95 specii răspândite mai ales în zonele subtropicale ale Asiei de Est. Cele mai multe dintre ele prezintă importanță economică, fiind exploatate pentru lemn (*Altingia*, *Exbucklandia*, *Liquidambar*), pentru extragerea de principii active utilizate în medicină (*Hamamelis*), pentru parfumuri (*Liquidambar*) și în scop ornamental (*Corylopsis*, *Hamamelis*, *Parottia*, *Liquidambar*, *Sycopsis*). La noi în țară specii ale familiei Hamamelidaceae pot fi întâlnite doar în colecțiile grădinilor botanice și cele ale institutelor silvice.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Hamamelidales / Rosanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Hamamelidales / Saxifraganae / Rosidae / Rosopsida

APG II (2003) – Saxifragales / eudicotiledonate tipice

Ordinul **Urticales** grupează arbori, arbuşti sau plante erbacee acoperite cu peri aspri. În structura scoarţei au fibre elastice şi uneori canale laticifere. Frunzele sunt frecvent simple şi cu baza oblică, rar palmat-compuse (ex. *Cannabis*), obişnuit stipelate. Florile sunt anemofile sau entomofile, unisexuate sau hermafrodite, mici, grupate în inflorescenţe cimoase, mai rar solitare. Alcătuirea florilor poate fi sintetizată în formula: $P_{0\text{-}6\text{-}4}A_{6\text{-}4}G_{\underline{2\text{-}1}}$. Fructele sunt de tipuri variate, adesea multiple.

Familia ***Ulmaceae*** cuprinde plante lemnoase, în scoarţă cu celule mari ce conţin substanţe mucilaginoase, dar fără latex sau laticifere. Frunzele sunt simple, cu baza asimetrică, stipelate, aspru păroase. Florile sunt unisexuate sau hermafrodite (ex. *Ulmus*), grupate în inflorescenţe cimoase, mai rar sunt axilare şi solitare (ex. *Celtis*). Fructul este samară (ex. *Ulmus*) (Fig. 80) sau drupă (ex. *Celtis*). Familia Ulmaceae grupează 16 genuri cu 175 specii răspândite din zonele tropicale până în cele temperate, mai ales în emisfera nordică. Reprezentanţi din flora României: *Ulmus laevis* (Velniş), *Ulmus glabra* (Ulm de munte), *Ulmus minor* (Ulm de câmpie), *Celtis australis* (Sâmbovină). Frecvent speciile de Ulm sunt folosite ca plante ornamentale în parcuri şi în lungul străzilor.

Fig. 80. *Ulmus* sp.: 1. ramură cu inflorescenţe, 2. ramură cu frunze şi fructe, 3. floare (după Strasburger et al. 1961, p. 865)

Situaţia în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Urticales / Malvanae / Theanae
Strasburger et al. (1998) – Urticales / Urticanae / Rosidae s.l.
APG II (2003) – Rosales / Euroside I

Familia ***Moraceae*** grupează plante lemnoase sau erbacee, adesea cu suc latescent bogat în cauciuc. Florile sunt unisexuate: $\male P_4A_4$, $\female P_4G_{\underline{2}}$. Fructul este simplu (nucula) sau compus (polifruct – soroză, sicoză). Familia cuprinde peste 1100 de specii răspândite mai ales în zonele tropicale şi subtropicale. La noi, cele câteva Moraceae cunoscute sunt cultivate mai ales în scop ornamental. *Morus alba* (Dud alb) şi *Morus nigra* (Dud negru) au fost intens cultivate pentru sericicultură, frunzele lor constituind hrana viermilor de mătase. *Ficus elastica* (Arbore de cauciuc) şi *Ficus benjamina* sunt cultivate ca plante de interior. *Ficus carica* (Smochin) este cultivat pentru fructele sale delicioase. *Maclura pomifera* (Portocal de Osage) este utilizat pentru obţinerea de substanţe tinctoriale de culoare galbenă, în timp ce *Broussonetia papyrifera* era folosită pentru obţinerea hârtiei.

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Urticales / Malvanae / Theanae
Strasburger et al. (1998) – Urticales / Urticanae / Rosidae s.l.
APG II (2003) – Rosales / Euroside I

Familia ***Cannabaceae*** grupează plante erbacee, erecte sau volubile, cu glande secretorii puternic mirositoare. Frunzele sunt simple şi lobate (*Humulus*) sau palmat-compuse (*Cannabis*), stipelate. Florile sunt unisexuate, grupate în inflorescenţe cimoase situate pe plante diferite (dioice). Formula florală este: ♂P_5A_5, ♀$P_5G_{(2)}$. Fructul este de tip nucula. *Cannabis sativa* (Cânepa) are două subspecii: *sativa*, răspândită mai ales în zonele temperate din emisfera nordică unde a fost intens cultivată pentru obţinerea de fibre textile, şi *indica*, cultivată în principal în zonele tropicale pentru obţinearea unor droguri psihotrope (marihuana, haşiş). Trebuie ştiut faptul că subspecia *sativa* conţine o cantitate mult mai mică de drog activ (THC - tetrahidrocanabinol) decât subspecia *indica*, ceea ce o face inutilizabilă în obţinerea acestuia. *Humulus lupulus* (Hamei) creşte atât spontan, mai ales pe marginile apelor şi în pădurile de luncă, cât şi cultivat, fiind folosit la fabricarea berii (Fig. 81).

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Urticales / Malvanae / Theanae
Strasburger et al. (1998) – Urticales / Urticanae / Rosidae s.l.
APG II (2003) – Rosales / Euroside I

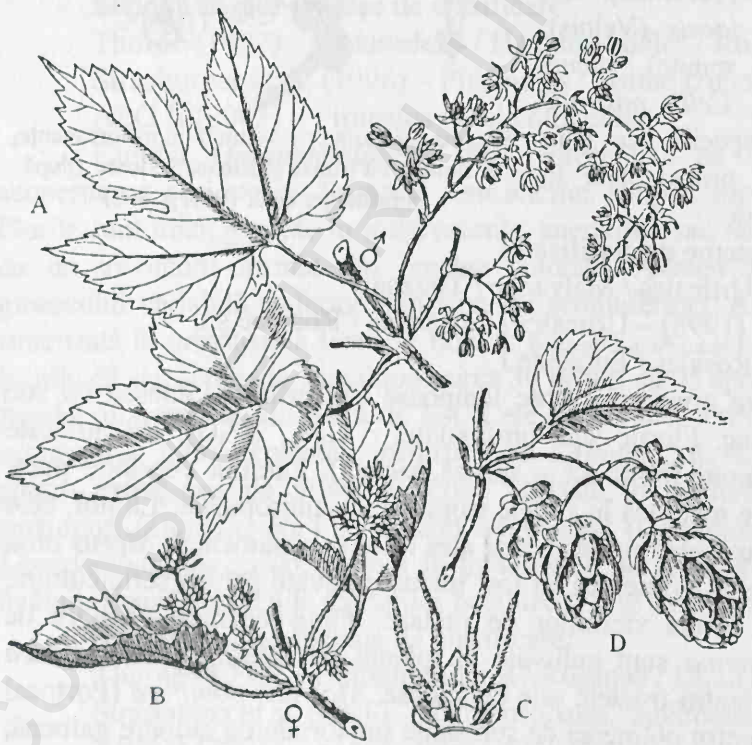


Fig. 81. *Humulus lupulus*: A. ramură cu flori masculine şi frunze, B. ramură cu flori feminine şi frunze, C. flori feminine, D. ramură cu infructescenţe (conuri false) (după Strasburger et al. 1961, p. 567)

Familia ***Urticaceae*** cuprinde plante erbacee, rar lemnoase, acoperite cu peri urticanți, fără latex, dar cu celule mucilaginoase. Conțin fibre. Pereții celulelor epidermale sunt mineralizați cu silicat sau carbonat de calciu. Frunzele sunt opuse sau alterne, simple, stipelate. Florile sunt de obicei hermafrodite, pe tipul 4. Fructele sunt nucule, rar drupe. Sunt cunoscute peste 1000 specii de urticacee, dar cele mai multe sunt răspândite în zonele tropicale. La noi cresc doar şase reprezentanți: *Urtica dioica* (Urzica), *Urtica urens* (Urzica mică), *Urtica kioviensis* (Urzică de locuri umede), *Parietaria officialis* (Parachernița), *Parietaria judaica* şi *Parietaria lusitanica* subsp. *serbica*. Ultimile două sunt foarte rare. Foarte multe dintre urticacee sunt folosite pentru obținerea de fibre textile (*Boehmeria* – ramie, *Urtica*, *Girardinia*, *Laportea*, *Oreocnide* etc.). Altele sunt apreciate ca plante alimentare (*Urtica*, *Laportea*) sau ca plante ornamentale (*Pilea*, *Soleirolia*).

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Urticales / Malvanae / Theanae

Strasburger et al. (1998) – Urticales / Urticanae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Rosales / Euroside I

Ordinul **Juglandales** este reprezentat de familia ***Juglandaceae*** care cuprinde arbori cu frunze mari, compuse, prevăzute cu glande aromatice. Florile sunt unisexuate. Cele masculine formează amenți, cele feminine sunt solitare sau grupate în amenți (Fig. 82). Sepalele sunt obişnuit câte patru, solziforme. Petalele sunt absente. Staminele sunt câte trei sau mai multe. Ovarul este inferior, bicarpelar. Fructul este o drupă, cu epicarp subțire, mezocarp cărnos, endocarp dur. Conține o singură sămânță care prezintă două cotiledoane mari, 4-lobate, cu suprafața adânc brăzdată (miezul de nucă). Din cele circa 60 specii ale familiei la noi se cultivă sau este subspontan doar *Juglans regia* (Nucul). Acesta este deosebit de valoros atât în industria lemnului, cât şi în industria alimentară, în obținerea de taninuri, substanțe tinctoriale sau medicinale.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Juglandales / Rosanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Juglandales / Faganae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Fagales / Euroside I

Ordinul **Fagales** cuprinde arbori şi arbuşti cu frunze căzătoare sau persistente, stipelate, simple, cu dispoziție alternă. Florile sunt unisexuate, rar bisexuate. Florile masculine sunt alcătuite din 2-10 stamine, pot avea sau nu periant şi formează inflorescențe alungite, pendule numite amenți. Florile feminine sunt alcătuite din 2-3 (6) carpele, protejate uneori de un periant. Pot fi solitare sau grupate în inflorescențe. Polenizarea este anemofilă. Fructul este o nucula aripată sau prevăzută cu o cupă.

Fig. 82. *Juglans regia*: A. ramură cu inflorescențe masculine și flori feminine, B. floare masculină, C. floare feminină (după Strasburger et al. 1961, p. 596)

Familia ***Fagaceae*** cuprinde plante lemnoase, răspândite mai ales în zonele holarctice și mai puțin în cele tropicale. Florile sunt unisexuat-monoice, cu un perigon sepaloid alcătuit din 4–7 tepale. Florile masculine sunt grupate în amenți și au un număr variabil de stamine ($P_{(7-4)}A_{14-4;\infty}$). Cele feminine sunt solitare sau grupate în cime pauciflore și prezintă frecvent trei carpele concrescute, rar mai multe ($P_{(7-4)}G_{(3)}$) (Fig. 83). Fructele sunt nucule înconjurate la bază sau în întregime de o cupă rezultată din proliferarea receptaculului floral împreună cu periantul și bracteele de la baza florii (jir, ghindă). Familia cuprinde circa 700 de specii răspândite mai ales în zonele temperate, unde adesea formează păduri pure (ex. făgete, stejărete). La noi cel mai răspândit este *Fagus sylvatica* (Fag) (Fig. 84) care domină etajul nemoral. Fructul de fag, complet închis în cupă, este cunoscut sub numele de jir. Zona de silvostepă și cea colinară sunt dominate de specii de

stejar: *Quercus robur* (Stejar) (Fig. 85), *Quercus cerris* (Cer), *Quercus frainetto* (Gârniță), *Quercus petraea* (Gorun), *Quercus pedunculiflora* (Stejar brumăriu), *Quercus pubescens* (Stejar pufos). Fructul de stejar este cunoscut sub numele de ghindă. *Castanea sativa* (Castanul bun) este arbore de origine mediteraneană, întâlnit la noi atât cultivat cât şi spontan (Baia Mare, Tismana). Fructul este închis într-o cupă sferică acoperită la exterior cu apendici spinoşi. Fagaceele au o foarte mare importanță economică fiind una dintre cele mai valoroase surse de lemn. Sunt folosite, de asemenea, pentru obținerea de uleiuri din seminţe, pentru hrana animalelor şi chiar pentru hrana oamenilor (ex. *Castanea sativa*). Unele specii sunt utilizate ca plante ornamentale în parcuri sau în lungul străzilor, bulevardelor (ex. *Quercus rubra* – Stejar roşu american).

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Betulales / Rosanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Fagales / Faganae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Fagales / Euroside I

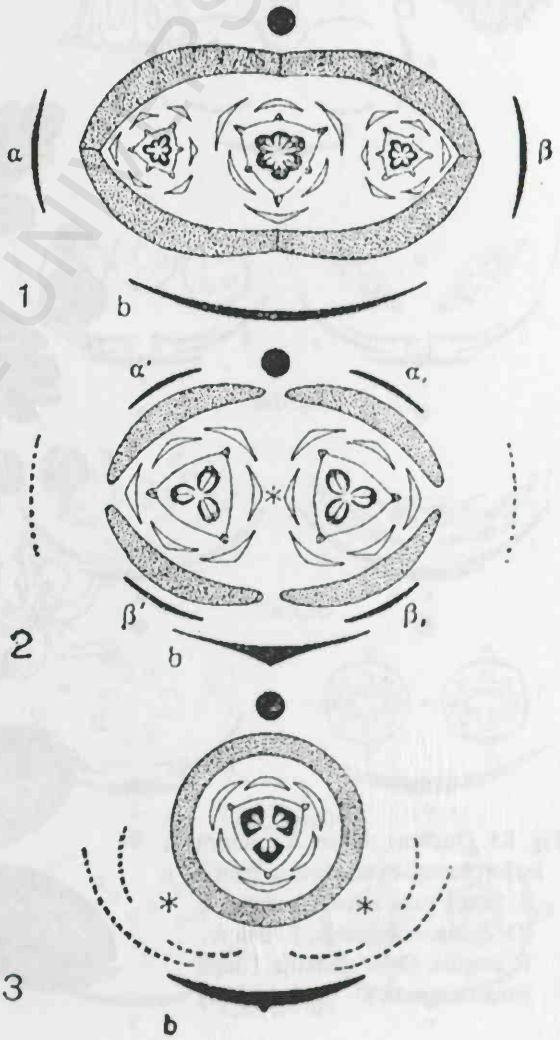


Fig. 83. Fagaceae – diagrame florale: 1. *Castanea sativa*, 2. *Fagus sylvatica*, 3. *Quercus robur* (după Strasburger et al. 1961, p. 597)

BCU IAŞI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

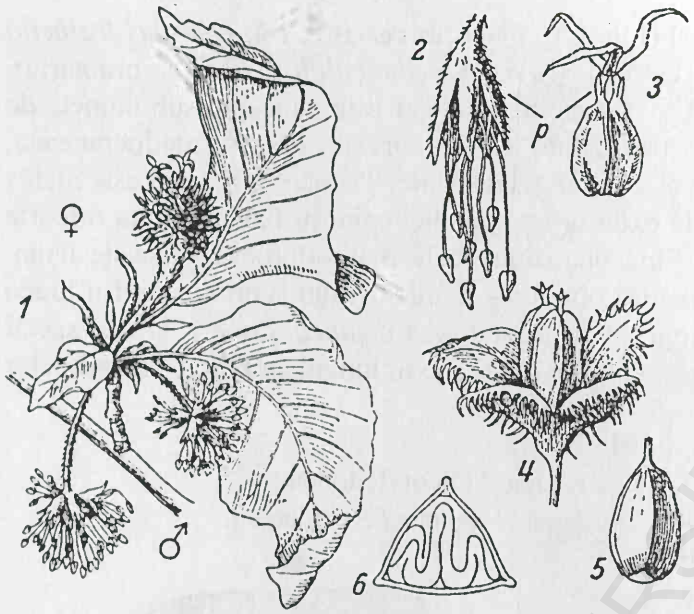


Fig. 84. *Fagus sylvatica*: 1. ramură cu inflorescențe masculine și frunze, 2. floare masculină, 3. floare feminină, 4. jir, 5. nucula, 6. secțiune prin nucula (după Strasburger et al. 1961, p. 598)

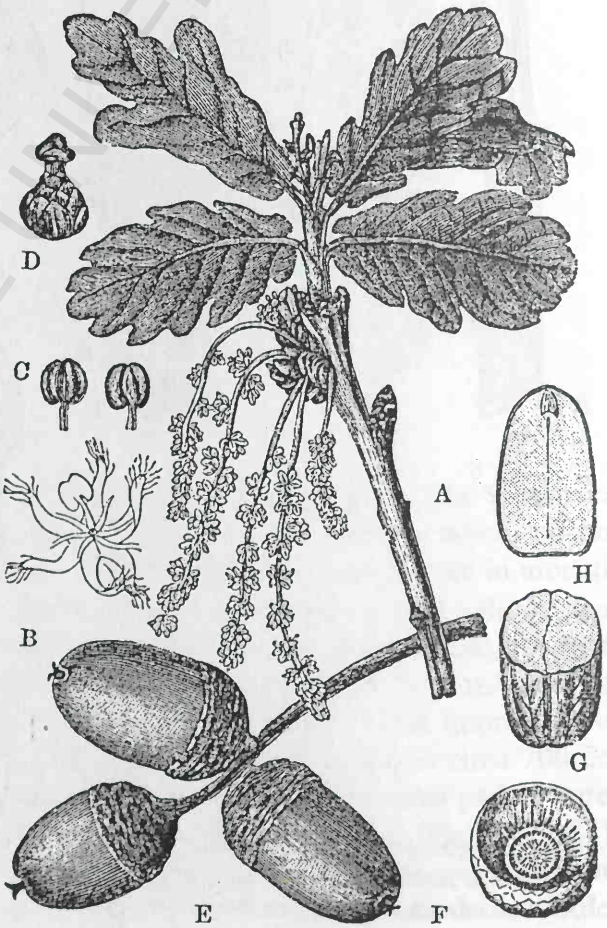


Fig. 85. *Quercus robur*: A. ramură cu inflorescențe masculine și frunze, B. floare masculină, C. stamine, D. dichaziu feminin, E. fructe, F. cupula, G-H. sămânța (după Strasburger et al. 1961, p. 598)

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Familia ***Betulaceae*** cuprinde arbori sau arbuşti cu frunze simple, dinţate pe margini, stipelate. Florile au următoarele formule: ♂$P_{2+2;}$ $_0A_{2+2;4;}$ ♀$P_{2+2;}$ $_0G_{(2)}$. Cele feminine alcătuiesc amenţi sau conuri terminale (Fig. 86). Fructele sunt nucule protejate fie de o bractee lobată, fie de o cupă. Mai rar sunt disamare. Sunt peste 100 specii de betulacee răspândite în zonele temperate ale emisferei nordice, dar şi în zonele tropicale. La noi în ţară cele mai cunoscute sunt: *Betula pendula* (Mesteacăn) (Fig. 87), *Alnus glutinosa* (Arin negru) (Fig. 88) şi *Alnus incana* (Arin alb), *Carpinus betulus* (Carpen) (Fig. 89), *Corylus avellana* (Alun). În unele sisteme de clasificare aceste specii aparţin de două familii diferite: *Betulaceae* (*Betula* şi *Alnus*) şi *Corylaceae* (*Carpinus* şi *Corylus*) (Ciocârlan 2000). Caracterele care stau la baza acestei divizări sunt reprezentate de alcătuirea florilor şi a inflorescenţelor bărbăteşti, precum şi de tipurile de fructe. Studiile serologice arată însă unitatea celor două grupe (Cronquist 1981). Tocmai de aceea, în cele mai multe sisteme de clasificare, regăsim aceste plante reunite într-o singură familie (Thorne 1992, Strasburger et al. 1998, APG II 2003).

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Betulales / Rosanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Fagales / Faganae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Fagales / Euroside I

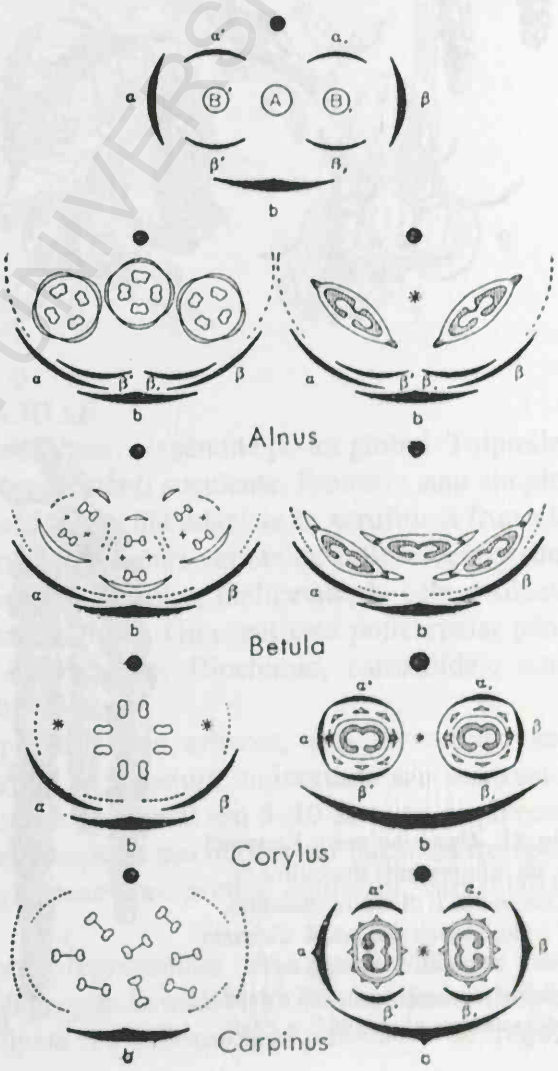


Fig. 86. Betulaceae – diagrame florale (după Strasburger et al. 1961, p. 595)

BCU IAŞI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Fig. 87. *Betula pendula*: 1. ramură cu inflorescențe masculine și feminine, 2. dichaziu feminin, 3. dichaziu masculin, 4. stamină, 5. ramură cu infructescență, 6. nucula (după Strasburger et al. 1961, p. 596)

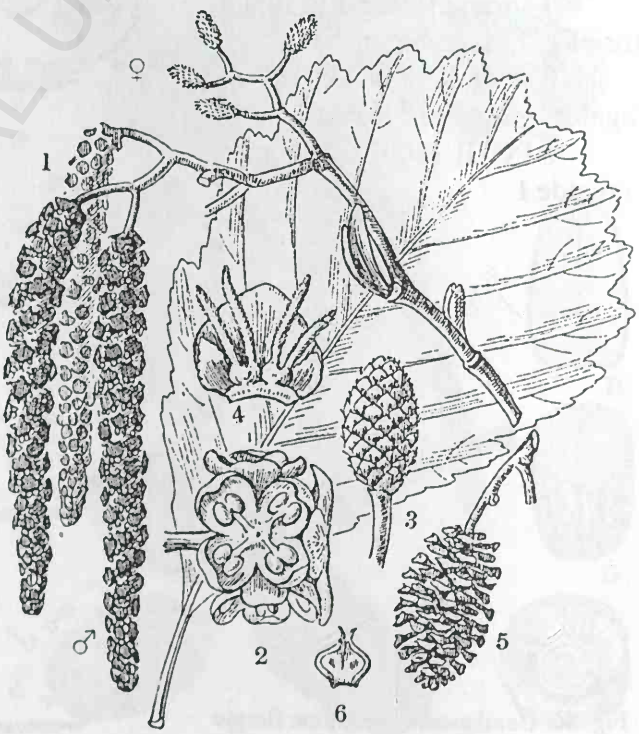


Fig. 88. *Alnus glutinosa*: 1. ramură cu inflorescențe masculine și feminine, 2. dichaziu masculin, 3. inflorescență femină, 4. dichaziu feminin, 5. ramură cu infructescență, 6. nucula (după Strasburger et al. 1961, p. 596)

BCU "SIC CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

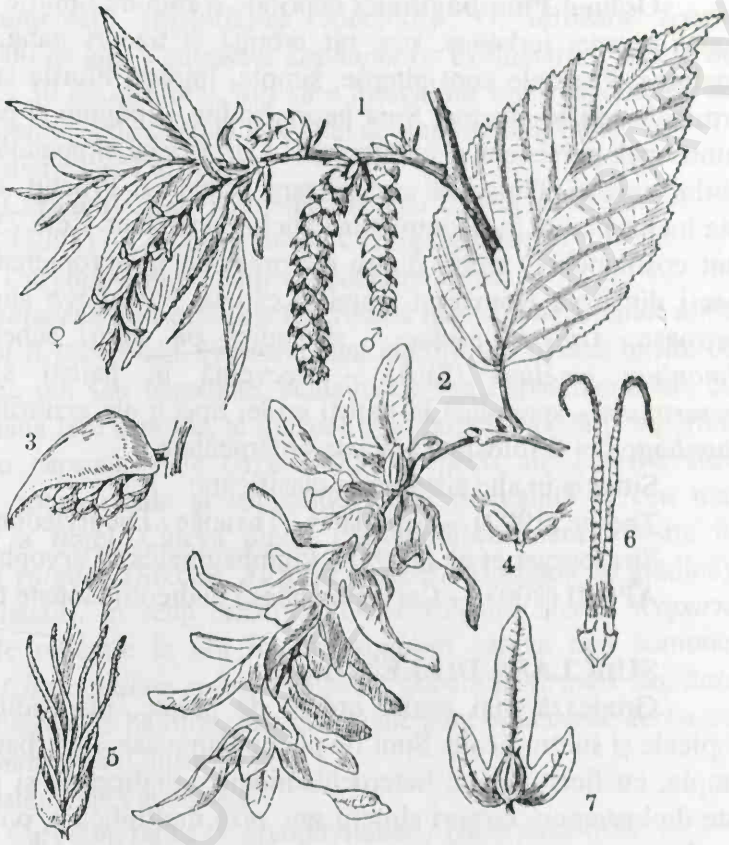


Fig. 89. *Carpinus betulus*: 1. ramură cu inflorescențe masculine și feminine, 2. ramură cu infructescență, 3. dichaziu masculin, 4. stamină, 5. dichaziu feminin, 6. floare feminină, 7. nucula bracteată (după Strasburger et al. 1961, p. 596)

SUBCLASA CARYOPHYLLIDAE

Cuprinde plante ierboase, rar lemnoase, răspândite pe tot globul. Tulpinile, dar și frunzele, sunt în cazul multor reprezentanți suculente. Frunzele sunt simple, întregi, opuse sau alterne, rar stipelate. La speciile adaptate la xerofitism frunzele sunt transformate în spini. Florile, grupate în tipuri variate de inflorescențe, sunt actinomorfe, de tipul 5, haplo- sau heterochlamidee, dialipetale, la cele evoluate gamopetale. Androceul este izomer sau polimer. Gineceul este policarpelar până la di- sau monocarpelar. Fructele sunt variate. Biochimic, cariofilidele sunt caracterizate, în general, de prezența betalainelor.

Ordinul **Caryophyllales** grupează plante erbacee, mai rar arbuști sau arbori de talie mică. Florile sunt variate ca structură, unisexuate sau bisexuate, homoio- sau heterochlamideice, cu androceu format din 5–10 stamine și gineceu format din 1-5 carpele unite. Fructul este capsulă sau nucula, rar bacă. Cu excepția familiilor Caryophyllaceae și Molluginaceae care produc antociani, cariofilalele sunt producătoare de betalaine.

Familia ***Caryophyllaceae*** este reprezentată de specii erbacee sau frutescente. Tulpinile sunt articulate, îngroșate la noduri, cu frunze opuse, simple, întregi, nestipelate. Florile sunt grupate în inflorescențe cimoase, de regulă

Ordinul **Plumbaginales** cuprinde o singură familie – ***Plumbaginaceae***, cu plante perene, ierboase, mai rar arbuşti şi uneori liane. Produc antociani, nu betalaine. Frunzele sunt alterne, simple, întregi. Florile sunt grupate în capitule terminale sau în raceme. Sunt hermafrodite, hipogine şi pentamere. Caliciul este gamosepal, persistent şi membranos. Corola este simpetală. Staminele sunt opuse lobilor corolei. Gineceul este sincarp, superior. Fructul, obişnuit de tip achenă, este inclus parţial sau complet în caliciul persistent. Cele 730 de specii ale familiei sunt cosmopolite, multe dintre ele prezente în apropierea mării. Dintre cele 13 specii din flora României amintim câteva: *Plumbago europaea* – rar în pajişti pietroase, *Armeria alpina* – sporadică pe soluri scheletice în etajul alpin, *Limonium gmelinii* (Sică) – frecventă în pajişti sărăturate, *Goniolimon besseranum* – sporadică în pajişti aride. Specii ale genurilor *Armeria*, *Limonium*, *Plumbago* pot fi folosite ca plante ornamentale.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Primulales / Theanae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Plumbaginales / Caryophyllidae
APG II (2003) – Caryophyllales / eudicotiledonate tipice

SUBCLASA DILLENIIDAE

Grupează mai multe ordine de plante, răspândite mai ales în regiuni tropicale şi subtropicale. Sunt fie plante lemnoase, fie erbacee, cu frunze de regulă simple, cu flori ciclice, heterochlamideice, dialipetale şi gamopetale. Androceul este diplostemon, rareori simplu sau, prin multiplicare, polimer. Gineceul este de regulă sincarp, cu ovule numeroase, dispuse în general parietal. Conţin taninuri, sunt sărace în alcaloizi şi nu conţin betalaine. Este totuşi o subclasă artificială, în cadrul căreia reprezentanţii nu au legături filogenetice directe. În sisteme de clasificare bazate pe analize moleculare (APG II 2003) ordinele ce aparţineau acestei subclase sunt prezente fie în grupul **roside** (ex. Cucurbitales, Malvales), fie în grupul **asteride** (ex. Ericales).

Ordinul **Dilleniales** grupează arbori, arbuşti şi plante erbacee, cu frunze alterne, simple până la ternat-compuse, lipsite de stipele. Florile sunt hermafrodite, hipogine, cu număr variabil de elemente: $K_{3;4\text{-}6;20}C_{2;4\text{-}8;13}A_{\infty}G_{1;3\text{-}5;20}$. Fructele sunt de obicei uscate şi dehiscente.

Familia ***Paeoniaceae*** cuprinde ierburi perene şi arbuşti, cu rădăcini tuberizate, frunze alterne, lipsite de stipele, lobate sau sectate. Florile sunt solitare, actinomorfe, pentamere, cu sepale şi petale libere. Staminele sunt numeroase. Gineceul este superior, alcătuit din 2–8 carpele libere. Fructul este polifoliculă. Familia cuprinde doar două genuri (*Paeonia* şi *Galucidium*) cu 34 de specii răspândite în zone temperate din emisfera nordică. La noi cresc spontan cinci specii de bujori: *Paeonia triternata*, *Paeonia mascula*, *Paeonia peregrina*, *Paeonia banatica* (Bujor bănăţean) şi *Paeonia tenuifolia* (Bujor de stepă). Ultimii

cochenillifera) şi ornamentală (majoritatea speciilor). O utilizare foarte îndelungată, de peste 7000 de ani, a cunoscut *Lophophora williamsii*, o specie de cactus care conţine circa 30 de alcaloizi, din care mescalina este responsabil de halucinaţii strălucitor colorate şi de crearea senzaţiei de imponderabilitate.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Caryophyllales / Caryophyllanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Caryophyllales / Caryophyllidae

APG II (2003) – Caryophyllales / eudicotiledonate tipice

Familia ***Chenopodiaceae*** grupează plante ierboase halofile, de terenuri aride sau ruderale. Rareori pot fi subarbuşti. Frunzele sunt alterne sau opuse, lipsite de stipele. Florile sunt mici, uni sau bisexuate, achlamidee sau haplochlamidee, cu androceu format din 5 până la o stamină, şi gineceu 5–2 carpelar sincarp superior. Fructul este nucula sau capsulă. Cele circa 1300 de specii ale familiei sunt răspândite mai ales în zonele aride şi semiaride, unde reprezintă şi cea mai importantă componentă a florei. Câteva dintre chenopodiacee sunt folosite în alimentaţia umană: *Beta vulgaris* (Sfeclă), *Atriplex hortensis* (Lobodă de grădină), *Spinacia oleracea* (Spanacul). În scop ornamental este folosită *Bassia scoparia* (Mături). Dintre speciile ruderale la noi în ţară amintim câteva mai comune: *Chenopodium album* şi *Chenopodium rubrum* (Spanac sălbatic), *Atriplex sagittata* (Lobodă de drumuri). Dintre cele halofile, mai cunoscute sunt *Salicornia herbacea* (Iarbă sărată) şi *Suaeda maritima* (Ghirin).

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Caryophyllales / Caryophyllanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Caryophyllales / Caryophyllidae

APG II (2003) – speciile acestei familii sunt incluse în Amaranthaceae

Familia ***Amaranthaceae*** este reprezentată la noi doar de specii adventive de origine nord-americană sau mediteraneană. Acestea sunt erbacee, cu frunze simple, întregi, lipsite de stipele. Florile sunt hermafrodite sau unisexuate, cu bractee evidente, persistente. Perigonul este sepaloid, cu 3–5 tepale libere. Staminele sunt în număr egal cu tepalele. Ovarul este unilocular, superior. Fructul este uscat, indehiscent sau dehiscent (pixidă). Cele mai multe dintre Amaranthaceae sunt cunoscute ca buruieni. Printre ele se numără *Amaranthus retroflexus* (Ştir porcesc), *Amarathus hybridus* (Ştir), *Amaranthus blitoides* (Ştir târâtor). Dintre cele utilizate în scop decorativ menţionăm: *Amaranthus caudatus* (Moţul curcanului), *Amaranthus cruentus*, *Celosia argentea* (Creasta cocoşului), *Gomphrena globosa*, *Althernanthera amoena*, *Iresine herbstii*. Unele specii de *Amaranthus* au seminţe şi frunze comestibile, motiv pentru care sunt folosite atât în alimentaţia umană cât şi în hrănirea unor animale (ex. *Amaranthus hypochondriacus*).

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Caryophyllales / Caryophyllanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Caryophyllales / Caryophyllidae

APG II (2003) – Caryophyllales / eudicotiledonate tipice

Familia ***Portulacaceae*** grupează plante erbacee, arbuşti sau arbori de talie mică, adesea cu tulpini şi frunze suculente. Frunzele sunt opuse sau alterne, simple, întregi. Florile sunt solitare sau grupate în inflorescenţe cimoase sau racemoase, hermafrodite, rar unisexuate, hipogine. Tepalele sunt obişnuit două, rar mai multe, petalele sunt (2)-4-6, rar mai numeroase, staminele de obicei în acelaşi număr cu petalele şi opuse acestora, gineceul 2–3 carpelar. Fructul este de tip capsulă. Cele circa 380 specii ale familiei sunt răspândite mai ales în vestul Americii. La noi familia este reprezentată de două genuri (*Montia* şi *Portulaca*) cu doar două specii spontane: *Montia minor* şi *Portulaca oleracea* (Iarbă grasă). În scop ornamental se cultivă *Portulaca grandiflora* (Agurijoară).

Situaţia în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Caryophyllales / Caryophyllanae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Caryophyllales / Caryophyllidae
APG II (2003) – Caryophyllales / eudicotiledonate tipice

Ordinul **Polygonales** are o singură familie – ***Polygonaceae*** – ai cărei reprezentanţi pot fi uşor recunoscuţi după prezenţa ochreei – teacă membranoasă situată deasupra nodului, care protejează frunza şi mugurii şi care provine din concreşterea stipelelor. Frunzele sunt de obicei alterne, rar opuse sau verticilate, simple şi întregi. Florile sunt grupate în inflorescenţe simple sau compuse, sunt hermafrodite sau unisexuate, în general trimere, mai rar pentamere sau dimere. Fructul este achenă, frecvent trigonală. Familia Polygonaceae cuprinde circa 1100 specii răspândite mai ales în zonele temperate ale emisferei nordice (Mabberley 1997). Dintre speciile sălbatice de la noi menţionăm: *Polygonum aviculare* (Troscot sau Mei păsăresc), *Polygonum amphibium* (Troscot de baltă), *Polygonum bistorta* (Răculeţ), *Rumex crispus* (Ştevie creaţă), *Rumex acetosa* (Măcriş), *Rumex acetosella* (Măcriş mărunt), *Rumex alpinus* (Ştevia stânelor). În scop alimentar se cultivă *Fagopyrum esculentum* (Hrişcă). *Rheum rhabarbarum* (Revent) se consumă ca legumă sau sub formă de compot, dulceaţă, scop în care se folosesc peţiolurile. Ca plante ornamentale se folosesc *Polygonum aubertii* – plantă lemnoasă cu tulpina volubilă şi flori albe adunate în panicule mari, *Polygonum orientale* (Moţul curcanului) – specie anuală cu flori roşii sau rozee, *Reynoutria japonica* (Troscot mare japonez) – plantă perenă cu flori albe, grupate în panicule mari. Aceasta din urmă în multe locuri a scăpat însă din cultură şi în prezent are o răspândire foarte largă, cu impact negativ asupra habitatelor naturale şi seminaturale (Anastasiu & Negrean 2007).

Situaţia în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Polygonales / Theanae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Polygonales / Caryophyllidae
APG II (2003) – Caryophyllales / eudicotiledonate tipice

Ordinul **Plumbaginales** cuprinde o singură familie – ***Plumbaginaceae***, cu plante perene, ierboase, mai rar arbuşi şi uneori liane. Produc antociani, nu betalaine. Frunzele sunt alterne, simple, întregi. Florile sunt grupate în capitule terminale sau în raceme. Sunt hermafrodite, hipogine şi pentamere. Caliciul este gamosepal, persistent şi membranos. Corola este simpetală. Staminele sunt opuse lobilor corolei. Gineceul este sincarp, superior. Fructul, obişnuit de tip achenă, este inclus parţial sau complet în caliciul persistent. Cele 730 de specii ale familiei sunt cosmopolite, multe dintre ele prezente în apropierea mării. Dintre cele 13 specii din flora României amintim câteva: *Plumbago europaea* – rar în pajişti pietroase, *Armeria alpina* – sporadică pe soluri scheletice în etajul alpin, *Limonium gmelinii* (Sică) – frecventă în pajişti sărăturate, *Goniolimon besseranum* – sporadică în pajişti aride. Specii ale genurilor *Armeria*, *Limonium*, *Plumbago* pot fi folosite ca plante ornamentale.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Primulales / Theanae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Plumbaginales / Caryophyllidae
APG II (2003) – Caryophyllales / eudicotiledonate tipice

SUBCLASA DILLENIIDAE

Grupează mai multe ordine de plante, răspândite mai ales în regiuni tropicale şi subtropicale. Sunt fie plante lemnoase, fie erbacee, cu frunze de regulă simple, cu flori ciclice, heterochlamideice, dialipetale şi gamopetale. Androceul este diplostemon, rareori simplu sau, prin multiplicare, polimer. Gineceul este de regulă sincarp, cu ovule numeroase, dispuse în general parietal. Conţin taninuri, sunt sărace în alcaloizi şi nu conţin betalaine. Este totuşi o subclasă artificială, în cadrul căreia reprezentanţii nu au legături filogenetice directe. În sisteme de clasificare bazate pe analize moleculare (APG II 2003) ordinele ce aparţineau acestei subclase sunt prezente fie în grupul **roside** (ex. Cucurbitales, Malvales), fie în grupul **asteride** (ex. Ericales).

Ordinul **Dilleniales** grupează arbori, arbuşti şi plante erbacee, cu frunze alterne, simple până la ternat-compuse, lipsite de stipele. Florile sunt hermafrodite, hipogine, cu număr variabil de elemente: $K_{3;4\text{-}6;20}C_{2;4\text{-}8;13}A_{\infty}G_{1;3\text{-}5;20}$. Fructele sunt de obicei uscate şi dehiscente.

Familia ***Paeoniaceae*** cuprinde ierburi perene şi arbuşti, cu rădăcini tuberizate, frunze alterne, lipsite de stipele, lobate sau sectate. Florile sunt solitare, actinomorfe, pentamere, cu sepale şi petale libere. Staminele sunt numeroase. Gineceul este superior, alcătuit din 2–8 carpele libere. Fructul este polifoliculă. Familia cuprinde doar două genuri (*Paeonia* şi *Galucidium*) cu 34 de specii răspândite în zone temperate din emisfera nordică. La noi cresc spontan cinci specii de bujori: *Paeonia triternata*, *Paeonia mascula*, *Paeonia peregrina*, *Paeonia banatica* (Bujor bănăţean) şi *Paeonia tenuifolia* (Bujor de stepă). Ultimii

doi sunt strict protejați de legislația europeană (Directiva Habitate) și cea națională (OUG 57/2007). Dintre speciile exotice cultivate ca ornamentale menționăm: *Paeonia suffruticosa*, *Paeonia lactiflora* și *Paeonia officinalis*.

Paeoniaceae-le au avut și au o poziție sistematică controversată. De-a lungul timpului au fost încadrate fie în Ranunculaceae, fie în Dilleniidae, fie în Rosidae.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Strasburger et al. (1998) – Dilleniales / Saxifraganae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Saxifragales / eudicotiledonate tipice

Ordinul **Theales** grupează arbori, arbuști, liane și ierburi cu conținut sărac în alcaloizi, dar bogate în taninuri, cu glande și canale cu uleiuri eterice. Frunzele sunt alterne, opuse sau verticilate, simple sau compuse, stipelate. Florile sunt grupate în inflorescențe cimoase, pentamere, cu androceu polimer și adesea poliadelf. Gineceul este 1-5 carpelar, apocarp sau sincarp. Fructele sunt variate, uscate sau cărnoase, dehiscente sau indehiscente.

Familia ***Theaceae*** este una dintre cele mai importante ale ordinului, cu peste 600 de specii răspândite mai ales în zonele tropicale. Cuprinde arbori și arbuști sempervirescenți, cu frunze simple, întregi sau dințate, pețiolate, lipsite de stipele. Florile sunt mari, spectaculoase, solitare, dispuse frecvent axilar. Petalele sunt libere sau ușor concrescute la bază. Fructul este de tip capsulă. Theaceae-le sunt sursă importantă de uleiuri eterice. Una dintre cele mai cunoscute specii este *Camellia sinensis* (syn. Thea sinensis). Din frunzele acesteia, prin procese speciale de fermentare, se obține ceaiul chinezesc / indian (negru, verde etc.).

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Theales / Theanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Theales / Theanae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Ericales / Asteride

Familia ***Clusiaceae*** (Hypericaceae, Guttiferae) cuprinde arbori, arbuști, liane și ierburi caracterizate de prezența canalelor și cavităților secretoare schizogene. Frunzele sunt simple, opuse. Florile sunt hermafrodite, actinomorfe, pentamere, ce sepale și petale libere, cu androceu polimer, triadelf sau pentadelf și cu gineceu 3-5 carpelar, superior. Fructele sunt bace, drupe sau capsule. Familia grupează circa 1370 de specii, multe dintre ele răspândite în zonele tropicale (Mabberley 1997). La noi familia e reprezentată de un singur gen – *Hypericum*. Cea mai cunoscută specie este *Hypericum perforatum* (Pojarniță, Sunătoare) care frecvent este folosită ca plantă medicinală în afecțiuni interne (gastrice, hepatice) sau externe (leziuni ale pielii, infecții).

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Theales / Theanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Guttiferales / Violanae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Malpighiales / Euroside I

Ordinul **Malvales** grupează plante predominant lemnoase, multe dintre ele răspândite în zonele tropicale. În structura internă au fibre elastice, situate în liber şi celule mucilaginoase. Frunzele sunt alterne, cu nervaţiune palmată, simple până la palmat-compuse, peţiolate, cu stipele prezente. Florile au caliciul dublu, iar petalele sunt răsucite în boboc. Androceul este dispus pe două cercuri, cel extern este transformat, uneori, în staminodii sau este redus, cel intern se multiplică (prin despicare), formând un androceu polimer – poliadelf sau monadelf, înconjurând gineceul ca o coloană. Gineceul este pentacarpelar, adesea multiplicat. Fructul este o capsulă, rar bacă, drupă sau samară.

Familia ***Tiliaceae*** reuneşte specii lemnoase, rar erbacee, cu frunzele simple, întregi sau lobate, cu stipele caduce. Florile sunt grupate în inflorescenţe cimoase (Fig. 91). Axul principal al inflorescenţei este concrescut parţial cu bracteea membranoasă, care contribuie la răspândirea fructelor. Alcătuirea florii poate fi sintetizată în formula: $K_{3-5}C_{3-5}A_{0-\infty}G_{(\infty-2)}$ (Fig. 92). Staminele sunt grupate în cinci sau zece fascicule, uneori cu un cerc extern de staminodii. Se cunosc circa 680 specii, multe dintre ele cu importanţă economică ridicată. Sunt folosite pentru lemn (ex. *Tilia*), pentru fibre (ex. *Corchorus* din care se fabrică iuta) sau ca ornamentale (*Tilia*, *Muntingia*, *Sparrmannia*). Speciile de Tei au, de asemenea, mare valoare meliferă şi medicinală. La noi cresc spontan *Tilia cordata* (Tei pucios), *Tilia tomentosa* (Tei argintiu) şi *Tilia platyphyllos* (Tei cu frunza mare).

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Malvales / Malvanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Malvales / Malvanae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – speciile acestei familii sunt incluse în Malvaceae

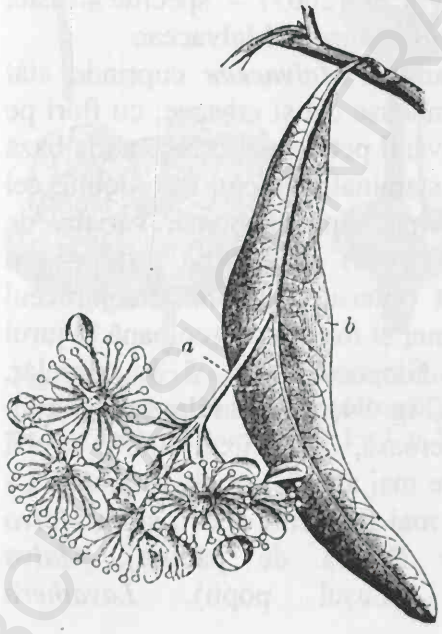


Fig. 91. *Tilia* sp. – inflorescenţă (după Strasburger et al. 1961, p.)

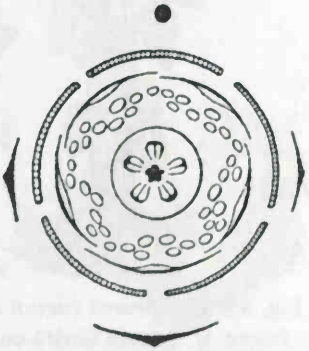


Fig. 92. *Tilia* sp. – diagrama florală (după Strasburger et al. 1961, p.)

BCU "SUCEAVA" CENTRALA PERIODICE

Familia ***Sterculiaceae*** grupează plante lemnoase, răspândite mai ales în zonele tropicale. În compoziția lor biochimică se remarcă prezența derivaților de metilxantină (teobromină și cafeină). Frunzele sunt alterne, simple sau penat compuse, pețiolate, stipelate. Florile, grupate de regulă în inflorescențe, sunt hermafrodite, hipogine, adesea cu un epicalix. La *Theobroma cacao* (Fig. 93) florile sunt dispuse pe trunchi sau pe ramurile principale (cauliflorie). Caliciul constă din 3–5 sepale ușor concrescute la bază. Corola este alcătuită din cinci petale libere. Staminele sunt zece, dispuse în două cercuri de câte cinci. Gineceul este obișnuit format din cinci carpele concrescute. Fructele sunt cărnoase, până la pieloase sau chiar lemnoase, dehiscente sau indehiscente. Familia cuprinde circa 1500 de specii răspândite mai ales în zonele tropicale și subtropicale. Cele mai multe sunt cunoscute pentru importanța lor economică. Semințele de *Theobroma cacao* (Arborele de cacao) se folosesc pentru obținerea făinei de cacao, a untului de cacao, cu multiple utilizări în industria alimentară, cosmetică, farmaceutică. Semințele de *Cola nitida* (Arbore de cola), bogate de asemenea în cofeină și teobromină, sunt folosite în obținerea băuturilor energizante, tip cola. Alte sterculiacee sunt folosite pentru lemn (*Mansonia*, *Pterospermum*, *Sterculia*), pentru fibre (*Abroma*, *Sterculia*, *Waltheria*), ca medicinale (*Scaphium*, *Sterculia*) și ca ornamentale (*Brachychiton*, *Dombeya*, *Firmiana* etc.).

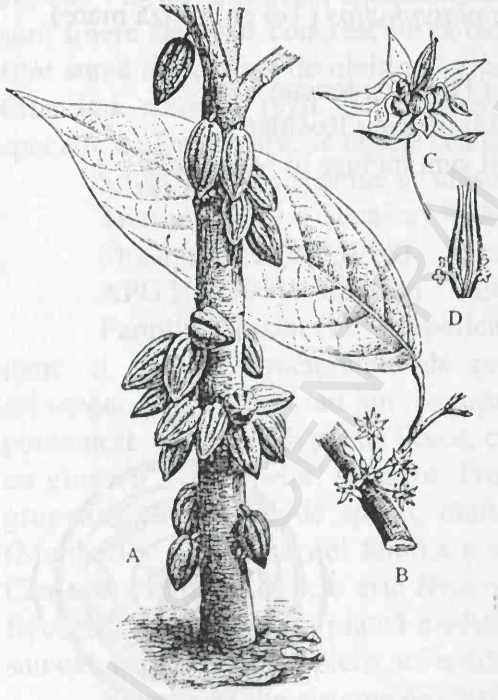


Fig. 93. *Theobroma cacao*: A. tulpină cu fructe, B. ramură tânără cu cauliflorie, C. floare, D. androceu (după Strasburger et al. 1961, p. 586)

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Malvales / Malvanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Malvales / Malvanae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – speciile acestei familii sunt incluse în Malvaceae

Familia ***Malvaceae*** cuprinde atât specii lemnoase cât și erbacee, cu flori pe tipul 5, având petalele concrescute la bază cu tubul staminal. Caliciul este dublu, cel extern format dintr-un număr variabil de elemente (3–13) constituind astfel și un important criteriu taxonomic. Androceul este polimer și formează o coloană în jurul stilului. Gineceul este 5–3 carpelar, superior (Fig. 94, 95). Familia este extrem de numeroasă, cu circa 1800 specii răspândite mai ales în zonele tropicale. La noi, cele mai frecvente specii sunt: *Malva sylvestris* (Nalba de pădure), *Malva neglecta* (Caşul popii), *Lavathera*

thuringiaca (Salvie albă), *Althaea officinalis* (Nalbă mare), *Abutilon theophrasti* (Pristolnic, Teişor). *Hibiscus rosa-sinensis* (Trandafir chinezesc) se cultivă frecvent ca plantă decorativă de interior, în timp ce *Hibiscus syriacus* (Trandafir de Persia) se cultivă în parcuri şi grădini, mai ales pentru realizarea de garduri vii. Cultivat în scop alimentar este *Abelmoschus esculentus* (Bame) de la care se folosesc fructele tinere. Perii lungi, albi, de pe seminţele de *Gossypium herbaceum* (Bumbac) sunt sursă pentru fibrele textile (Fig. 96). Unele malvacee au proprietăţi medicinale şi tinctoriale (*Malva sylvestris*, *Althaea officinalis*).

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Malvales / Malvanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Mavales / Malvanae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Malvales / Euroside II

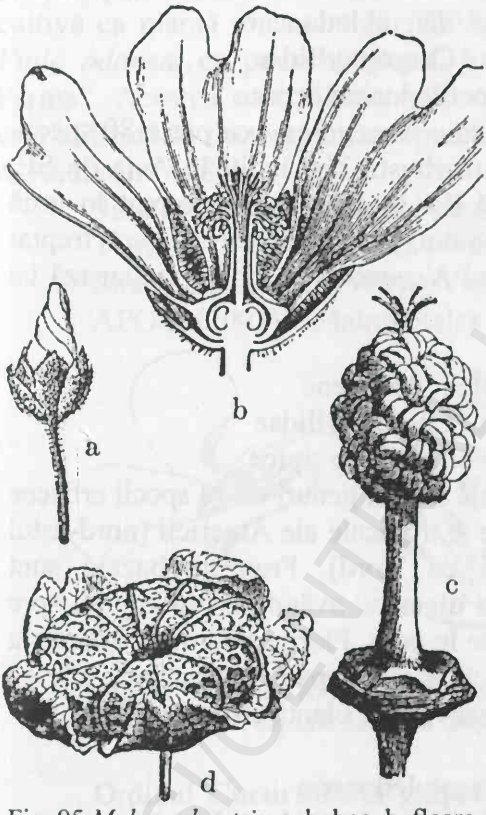


Fig. 95 *Malva sylvestris*: a. boboc, b. floare în secţiune longitudinală, c. androceul, d. fructul (după Strasburger et al. 1961, p. 586)

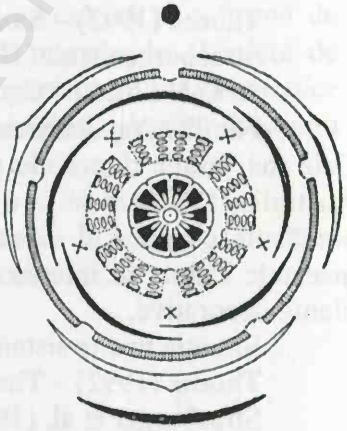


Fig. 94. *Malva sylvestris* – diagrama florală (după Strasburger et al. 1961, p. 585)

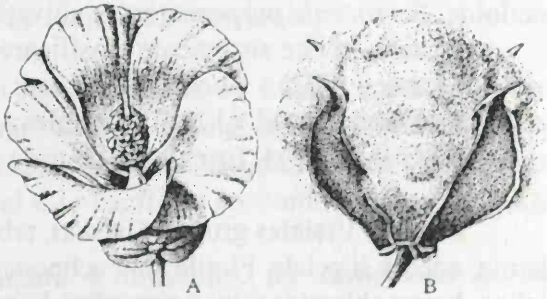


Fig. 96. *Gossypium herbaceum*: A. floare, B. fruct (după Strasburger et al. 1961, p. 585)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Ordinul **Nepenthales** grupează plante perene ierboase, subarbuşti, plante volubile şi epifite care au o trasătură comună: sunt insectivore. Frunzele sunt simple, alterne, rar verticilate, transformate adesea în capcane pentru insecte. Florile sunt hipogine, hermafrodite sau unisexuate, cu următoarea alcătuire: $K_{4-5}C_{4-5}A_{4-\infty}G_{(3-5)}$. Fructele sunt de tip capsulă.

Familia ***Droseraceae*** cuprinde plante care au frunzele dispuse în rozetă bazală, acoperite cu peri glandulari care secretă lichid proteolitic (*Drosera*, *Drosophyllum*) sau transformate în capcane (*Aldrovanda*, *Dionaea*). Familia cuprinde 110 specii cosmopolite. La noi sunt prezente doar două genuri cu patru specii: *Aldrovanda vesiculosa* (Otrățel), *Drosera rotundifolia* (Roua cerului), *Drosera longifolia* şi *Drosera intermedia*. Prima dintre ele se găseşte în ape stagnante, puțin adânci din zona de câmpie. Este strict protejată atât de legislația europeană (Directiva Habitate), cât şi de cea națională (OUG 57/2007).

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Saxifragales / Rosanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Nepenthales / Caryophyllidae

APG II (2003) – Caryophyllales / eudicotiledonate tipice

Familia ***Nepenthaceae*** are un singur gen – *Nepenthes* – cu peste 80 specii. Cele mai multe dintre ele sunt arbuşti sau subarbuşti, răspândiți în Asia de SE, Australia, Madagascar. Au frunze cu pețiolul lățit şi limbul transformat în urnă prevăzută cu opercul. În urnă se găseşte lichidul proteolitic care digeră treptat insectele căzute în interior. Specii ale genului *Nepenthes* se comercializează ca plante decorative.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Theales / Theanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Nepenthales / Caryophyllidae

APG II (2003) – Caryophyllales / eudicotiledonate tipice

Familia ***Sarraceniaceae*** este reprezentată de trei genuri cu 14 specii erbacee răspândite prin mlaştinile din zonele temperate şi tropicale ale Americii (nord-estul Americii de Sud, vestul şi estul Americii de Nord). Frunzele bazale sunt transformate în urne tubuloase, pline cu lichid digestiv, având peri îndreptați spre bază pentru a împiedica ieşirea insectelor intrate în urnă. Florile sunt mari, situate la capătul unui scap. Sunt pentamere, pentaciclice, cu sepale persistente, adesea petaloide. *Sarracenia purpurea* este cultivată frecvent ca plantă ornamentală.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Theales / Theanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Theales / Theanae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Ericales / Asteride

Ordinul **Violales** grupează arbori, arbuşti, liane şi ierburi cu frunze opuse sau alterne, adesea stipelate. Florile sunt actinomorfe sau zigomorfe, ciclice, mai rar spiro-ciclice, heterochlamidee, hipogine până la perigine sau epigine, frecvent pentamere, cu variații ale androceului şi gineceului: $K_{4-5}C_{4-5}A_{1-5-\infty}G_{(3-5)}$. Fructele sunt variate.

Familia ***Violaceae*** reuneşte circa 800 specii, multe dintre ele ierburi perene şi arbuşti. Frunzele sunt simple, întregi sau dinţate până la sectate, cu stipele prezente. Florile sunt grupate în raceme, capitule, panicule, sau sunt solitare şi axilare. Speciile genului *Viola* au flori cu simetrie zigomorfă, petala anterioară mărindu-se şi devenind pintenată. Staminele converg formând un inel în jurul stilului. Adesea cele două antere anterioare (*Viola*) sau toate (genurile cu specii lemnoase) au la bază apendici nectariferi care pătrund în pinten. Conectivul este frecvent prelungit într-un apendice membranos (apendice conectival). Ovarul este unilocular, cu placentaţie parietală. Fructul este capsulă loculicidă ce se deschide prin trei valve, mai rar bacă sau achenă (Fig. 97). La noi familia este reprezentată doar de genul *Viola* cu 27 de specii. Printre cele mai comune se află: *Viola tricolor* (Trei fraţi pătaţi), *Viola canina* (Viorele sălbatice), *Viola odorata* (Toporaşi), *Viola reichenbachiana* (Colţunii popii). *Viola* × *wittrockiana* se cultivă ca plantă ornamentală. Tot în scop ornamental se cultivă şi o formă de *Viola odorata* cu peduculi florali lungi, cunoscută sub numele de „Violete de Parma". Acestea sunt folosite şi pentru extragerea de parfumuri. *Viola tricolor* este utilizată în fitoterapie ca depurativă, diuretică, antialergică, laxativă (Mocanu & Răducanu 1986).

Situaţia în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Violales / Violanae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Violales / Violanae / Rosidae s.l.
APG II (2003) – Malpighiales / Euroside I

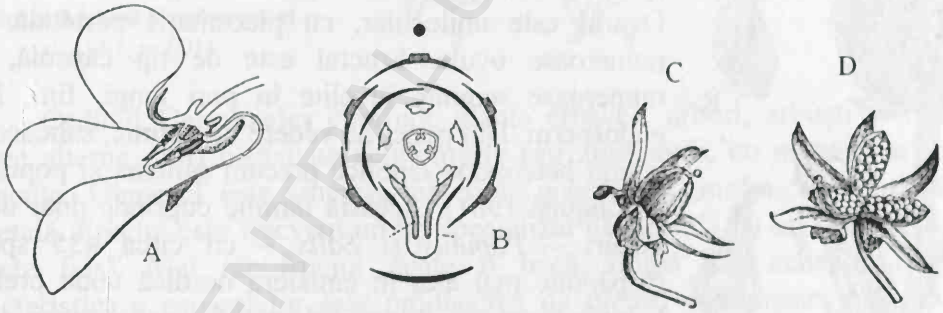


Fig. 97. *Viola* sp.: A. secţiune longitudinală prin floare, B. diagramă, C. capsulă, D. capsulă deschisă (după Strasburger et al. 1961, p. 584)

Ordinul **Cucurbitales** grupează plante erbacee cu tulpini agăţătoare sau repente, prevăzute cu cârcei. Frunzele sunt alterne, palmat-lobate. Florile sunt de regulă actinomorfe, gamopetale, unisexuate (monoice sau dioice), pe tipul 5, cu formula: $K_{(5)}C_{(5)}A_5$; $K_{(5)}C_{(5)}G_{(3-5)}$. Fructul este baciform (peponidă sau melonidă), de obicei de dimensiuni mari.

Familia ***Cucurbitaceae*** este singura a ordinului, iar caracterele ei se suprapun cu cele prezentate pentru ordin. Cuprinde circa 775 specii răspândite mai ales în zonele tropicale şi subtropicale. La noi cresc spontan doar *Ecballium*

elaterium (Plesnitoare, Castravete de mare) şi *Bryonia alba* (Mutătoare, Împărătească). Dintre speciile cu importanţă alimentară enumerăm: *Citrullus lanatus* (Pepene verde, Lubeniţă), *Cucumis sativus* (Castravete), *Cucumis melo* (Pepene galben), *Cucurbita pepo* (dovleac). În scop decorativ se cultivă *Thladiantha dubia* (Bostănei chinezeşti) şi *Lagenaria siceraria* (Tigvă). *Echinocystis lobata* (Bostănaş spinos) – originar din America de Nord, a fost introdus ca ornamental şi apoi scăpat din cultură. În prezent este invaziv în aproape toată ţara, preferând în special habitatele din jurul apelor curgătoare (Anastasiu & Negrean 2007).

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Violales / Violanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Cucurbitales / Cucurbitanae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Cucurbitales / Euroside I

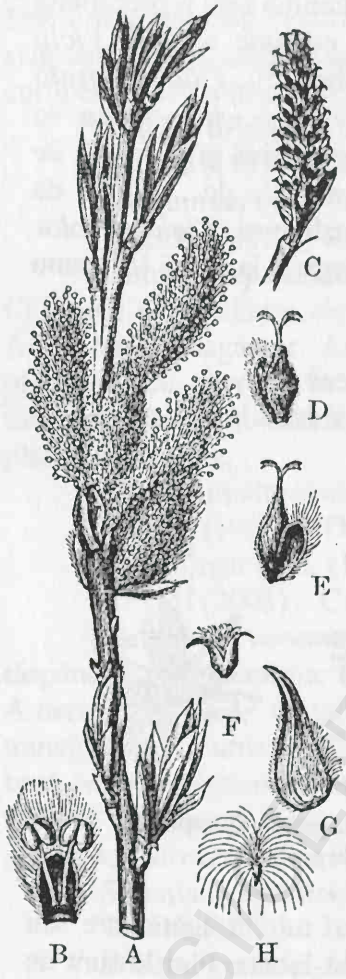


Fig. 98. *Salix viminalis*: A. ramură cu inflorescenţe masculine, B. floare masculină, C. inflorescenţă feminină, D-E. flori feminine, F-G. fructe, H. sămânţă (după Strasburger et al. 1961, p. 601)

Ordinul **Salicales** cuprinde o singură familie – ***Salicaceae***. Speciile incluse în această familie sunt lemnoase (arbori şi arbuşti). Frunzele sunt simple, alterne, stipelate. Florile sunt unisexuate, grupate în amenţi (Fig. 98, 99). Fiecare floare se găseşte în axila unei bractee. Florile bărbăteşti sunt foarte reduse, alcătuite din două sau numeroase stamine. Florile femeieşti sunt alcătuite din două carpele concrescute. Ovarul este unilocular, cu placentaţie parietală, cu numeroase ovule. Fructul este de tip capsulă, cu numeroase seminţe învelite în peri lungi, fini, fără endosperm. Din punct de vedere biochimic, salicaceele conţin heterozide fenolice precum salicină şi populină (Cronquist 1981). Această familie cuprinde doar două genuri – *Populus* şi *Salix* – cu circa 435 specii răspândite mai ales în emisfera nordică unde preferă habitatele umede. Printre cele mai frecvente specii de la noi se numără *Salix alba* (Salcie albă), *Salix purpurea* (Răchită roşie), *Salix fragilis* (Răchită), *Salix cinerea* (Zălog), *Salix capraea* (Salcie căprească), *Populus tremula* (Plop tremurător), *Populus alba* (Plop alb) şi *Populus nigra* (Plop negru). Speciile de Salcie şi Plop prezintă importanţă economică fiind folosite în industria celulozei, în confecţionarea unor obiecte de uz casnic, în confecţionarea unor obiecte de mobilier. Ritidomul de Salcie şi mugurii de Plop sunt utilizaţi în farmacie (Pop et al. 1983).

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Violales / Violanae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Violales / Violanae / Rosidae s.l.
APG II (2003) – Malpighiales / Euroside I

Fig. 99. *Populus nigra*: 1. ramură cu inflorescențe masculine, 2. ramură cu inflorescențe feminine, 3. floare masculină, 4. floare feminină, 5. fructe, 6. sămânță (după Strasburger et al. 1961, p. 601)

Ordinul **Capparales** cuprinde plante erbacee, arbori, arbuști și liane cu frunze alterne, flori bisexuate actinomorfe sau zigomorfe, cu număr variabil de elemente. Gineceul este sincarp, superior, uneori cu ginofor. Placentația este parietală. Fructul este frecvent un tip specializat de capsulă cu un replum distinct (perete fals). Mai rar fructul poate fi bacă, drupă sau achenă. Trăsătura caracteristică a caparalelor este producerea de uleiuri de muștar. Acestea sunt isotiocianați, derivați din hidroliza glucozinolaților sub influența mirozinei, enzimă stocată în celule specializate numite celule mirozinice. Lipsesc în schimb tananții, alcaloizii și compușii iridoizici (Cronquist 1981). În flora spontană din țara noastră sunt reprezentanți din doar două familii ale acestui ordin: Brassicaceae și Resedaceae.

Familia ***Brassicaceae*** (Cruciferae) grupează în general plante erbacee, foarte rar lemnoase, anuale sau bianuale, acoperite cu peri simpli sau ramificați. Rădăcinile sunt de regulă pivotante. Frunzele sunt alterne, de diferite forme. Florile, grupate în raceme, sunt actinomorfe, rar zigomorfe, cu următoarea formulă florală: $K_{2+2}C_4A_{2+4}G_{(2)}$. Androceul este tetradinam, cele patru stamine interne fiind mai lungi decât cele două stamine externe. Ovarul este bilocular, ca

rezultat al dezvoltării unui perete fals (replum) (Fig. 100). Fructul este silicvă (lungimea depăşeşte lăţimea cel puţin de trei ori) sau siliculă (lungimea depăşeşte lăţimea cel mult de trei ori) şi reprezintă un criteriu important de clasificare (Fig. 101). Familia Brassicaceae are circa 365 genuri cu 3250 specii răspândite mai ales în zonele temperate (Mabberley 1997). La noi cresc spontan aproximativ 160 specii. Enumerăm câteva mai comune: cu fruct dehiscent de tip **silicvă** – *Alliaria petiolata* (Usturoiţa), *Descurainia sophia* (Voinicică), *Rorippa sylvestris* (Boghiţă), *Barbarea vulgaris* (Cruşăţea), *Cardamine amara* (Stupitul cucului), *Brassica nigra* (Muştar negru), *Sinapis arvensis* (Muştar sălbatic); cu fruct dehiscent de tip **siliculă** – *Lunaria rediviva* (Lopăţea), *Alyssum alyssoides* (Ciucuşoară), *Capsella bursa-pastoris* (Traista ciobanului), *Thlaspi perfoliatum* (Punguliţă), *Armoracia rusticana* (Hrean), *Erophila verna* (Flămânzică), *Biscutella laevigata* (Ochelariţă), *Cardaria draba* (Urda vacii); cu fruct **indehiscent** – *Rapistrum perenne* (Ciurlan alb), *Raphanus raphanistrum* (Ridiche sălbatică), *Crambe maritima* (Varza de mare), *Isatis tinctoria* (Drobuşor). Numeroase specii au valoare alimentară – *Brassica oleracea* (Varza şi varietăţile ei alimentare), *Armoracia rusticana* (Hrean), *Lepidium sativum* (Creson), *Raphanus sativus* (Ridiche), tinctorială – *Isatis tinctoria* (Drobuşor), medicinală – *Capsella bursa-pastoris* (Traista ciobanului), *Sinapis alba* (Muştar alb) şi ornamentală – *Cheiranthus cheri* (Micşunele), *Matthiola incana* (Micsandre), *Iberis sempervirens* (Limba mării). Câteva brassicaceae sunt strict protejate prin legislaţia europeană (Directiva Habitate) şi cea naţională (OUG 57/2007): *Crambe tataria* (Târtan), *Thlaspi jankae* (Punguliţă) şi *Draba dorneri* (Flămânzică). Aceasta din urmă este endemit al Munţilor Retezat.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Brassicales / Violanae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Capparales / Capparanae / Rosidae s.l.
APG II (2003) – Brassicales / Euroside II

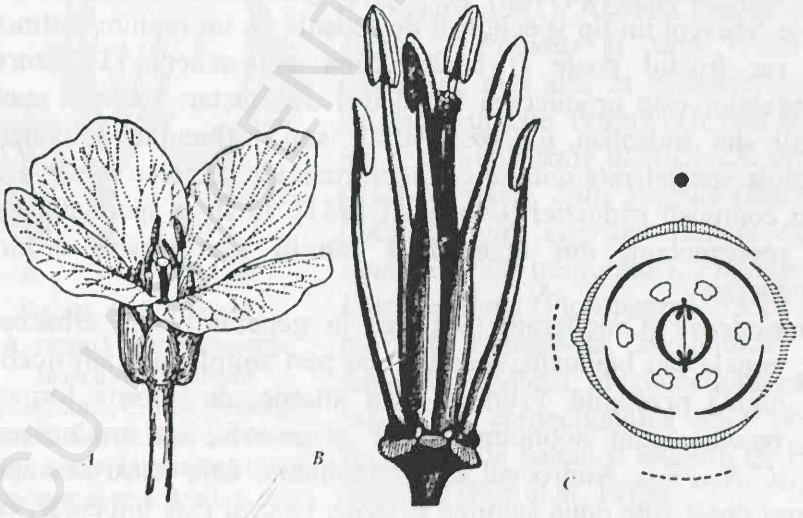


Fig. 100. Brassicaceae: A. floare, B. androceu şi gineceu, C. diagramă florală (după Strasburger et al. 1961, p. 582)

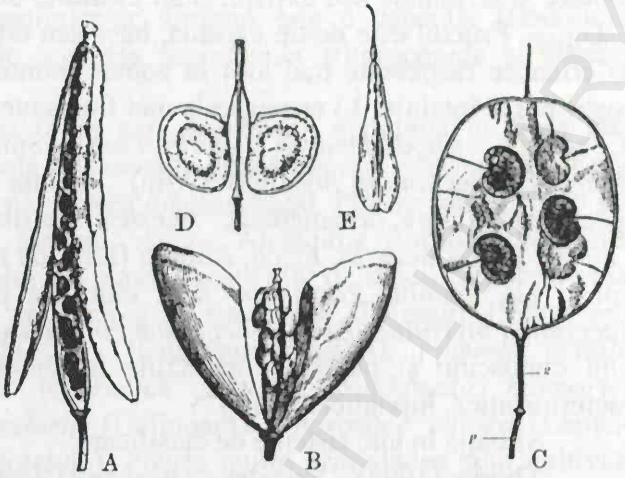


Fig. 101. Brassicaceae – fructe: A. *Cheiranthus cheri* (silicvă), B. *Capsella bursa-pastoris* (siliculă), C. *Lunaria annua* (siliculă) (p – peduncul, g – ginofor), D. *Biscutella laevigata* (siliculă), E. *Isatis tinctoria* (fruct indehiscent) (după Strasburger et al. 1961, p. 583)

Familia ***Resedaceae*** cuprinde plante erbacee cu frunze alterne şi stipele foarte mici. Florile sunt mici, zigomorfe, grupate în inflorescenţe spiciforme sau racemoase. Formula florală este: $K_{4-6}C_{4-6}A_{10-25}G_{(3-4)}$. Fructul este de tip capsulă. Seminţele sunt lipsite de endosperm. Sunt reunite în această familie 6 genuri cu 80 specii răspândite în emisfera nordică, multe dintre ele în regiunea mediteraneană. La noi cresc doar patru specii ale genului *Reseda*, cea mai comună fiind *Reseda lutea* (Rechie). Unele specii de resedacee au importanţă tinctorială (*Reseda luteola*) sau ornamentală (*Reseda odorata*).

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Brassicales / Violanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Capparales / Capparanae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Brassicales / Euroside II

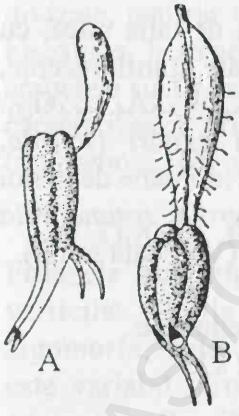


Fig. 102. Ericales – stamine: A. *Vaccinium myrtillus*, B. *Andromeda polifolia* (după Strasburger et al. 1961, p. 611)

Ordinul **Ericales** grupează aproape în exclusivitate arbuşti şi subarbuşti care adesea formează micorize cu diverse specii de ciuperci. Au frunze întregi, nestipelate. Florile sunt de regulă actinomorfe, hermafrodite, penta sau tetramere, majoritatea gamosepale şi gamopetale. Androceul este frecvent obdiplostemon, cu antere poricide, la unele specii cu două prelungiri sub formă de cornițe (de unde numele mai vechi al ordinului – Bicornes) (Fig. 102). Este prezent un disc nectarifer intrastaminal. Gineceul este 2–10 carpelar, cu ovar superior sau inferior. Fructul este variat, în funcţie de gen. Biochimic, ericalele sunt caracterizate de absenţa alcaloizilor şi prezenţa substanţelor tanante, compuşi iridoizici, triterpenoizi şi heterozide fenolice.

Familia ***Ericaceae*** cuprinde în general arbuşti mici cu frunze persistente sau căzătoare, alterne, simple, întregi, nestipelate. Florile sunt grupate în raceme bracteate, uneori

solitare şi terminale sau axilare. Sunt alcătuite după formula: $K_{3-7}C_{(3-7)}A_{3-7+3-7,\infty,3-7+0}G_{(2-10)}$. Fructul este de tip capsulă, bacă sau drupă. Se cunosc circa 3400 specii de ericacee raspândite mai ales în zonele muntoase, pe substrat acid. În munţii noştri pot fi întâlnite 13 specii, cele mai frecvente fiind: *Bruckenthalia spiculifolia* (Coacăza), *Rhododendron myrtifolium* (Smirdar), *Vaccinium vitis-idaea* (Merişor), *Vaccinium myrtillus* (Afin). Familia Ericaceae conţine foarte multe specii cu valoare ornamentală. Acestea aparţin unor genuri precum *Arbutus*, *Calluna* (Iarbă neagră), *Erica*, *Kalmia* (Laur de munte), *Rhododendron* (Azalee). Specii ale genului *Vaccinium* sunt cultivate pentru fructele lor comestibile: *Vaccinium myrtillus* (Afin), *Vaccinium corymbosum* (Afin american) etc. Acestea sunt cunoscute şi pentru proprietăţile terapeutice pe care le au (astringente, bacteriostatice, hipoglicemiante).

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Ericales / Theanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Ericales / Ericanae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Ericales / Asteride

Familia ***Empetraceae*** include arbuşti şi subarbuşti cu frunze persistente, alterne, lipsite de stipele. Florile sunt mici, actinomorfe, trimere, cu sepale şi petale libere. Ovarul este sincarp, superior, format din 2–9 carpele. Fructul este de tip drupă. Este una dintre cele mai mici familii, cu doar 3 genuri şi cinci specii răspândite în zonele reci ale emisferei nordice. La noi creşte doar *Empetrum nigrum* (Vuietoare) prin turbării din etajul boreal şi alpin.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Ericales / Theanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Ericales / Ericanae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Ericaceae / Ericales / Asteride

Familia ***Pyrolaceae*** cuprinde plante erbacee, rar arbuşti de talie mică, cu frunze alterne, simple, dispuse bazal. Florile sunt de obicei grupate în inflorecenţe, rar sunt solitare, situat terminal. Au următoarea alcătuire: $K_{4-5}C_{4-5}A_{4-5+4-5}G_{(5)}$. Fructul este capsulă loculicidă. Pirolaceele grupează patru genuri (*Pyrola*, *Moneses*, *Orthilia*, *Chimaphila*) cu circa 45 specii. Prin pădurile montane de la noi pot fi întâlnite: *Moneses uniflora* (Părăluţe de munte), *Pyrola rotundifolia* (Brăbănoi), *Orthilia secunda* (Perişor) şi *Chimaphila umbellata* (Verdeaţa iernii).

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Ericaceae / Ericales / Theanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Ericales / Ericanae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Ericaceae / Ericales / Asteride

Ordinul **Primulales** cuprinde plante erbacee şi lemnoase cu frunze simple, întregi. Florile sunt grupate în diferite tipuri de inflorescenţe. Frecvent sunt hermafrodite, hipogine, pentamere, sinsepale şi sinpetale. Androceul este format din cinci stamine epipetale şi adesea cu cinci staminodii, iar gineceul este

5-carpelar, superior, mai rar semiinferior. Fructul este o capsulă. Biochimic, primulalele sunt caracterizate de prezența saponinelor triterpenoide și absența compușilor iridoizici.

Singura familie a acestui ordin care are specii spontane în flora țării noastre este ***Primulaceae***. Aaceasta grupează în general specii erbacee anuale sau perene, cu frunze opuse sau alterne, adesea dispuse bazal. Florile sunt solitare sau în inflorescențe de tip umbelă, panicul, racem. Alcătuirea florilor corespunde descrierii făcute în cadrul ordinului. Se cunosc peste 800 de specii răspândite mai ales în emisfera nordică. La noi cresc circa 30 specii din 11 genuri. Printre cele mai cunoscute se află *Primula veris* (Ciubotica cucului), *Primula acaulis* (Griciorei), *Corthusa mathioli* (Ciubotica ursului), *Soldanella hungarica* (Degetărele), *Lysimachia nummularia* (Gălbioară), *Androsace villosa* (Laptele stâncii), *Anagallis arvensis* (Scânteiuță). Foarte multe primulacee sunt cultivate pentru calitățile lor ornamentale (ex. *Primula*, *Cyclamen*). Speciile de *Primula* au și calități terapeutice, nu doar ornamentale, fiind folosite în afecțiuni ale aparatului respirator. Trebuie menționat totuși că *Primula* este alergenă pentru unii oameni, producând dermatite.

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Primulales / Theanae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Primulales / Primulanae / Asteridae s.l.
APG II (2003) – Ericales / Asteride

SUBCLASA ROSIDAE

Grupează dicotiledonate erbacee sau lemnoase, foarte variate ca structură, dimensiuni, ecologie, corologie. Au frunze simple sau compuse, întregi sau divizate, mai rar reduse sau absente. Florile sunt hipogine, perigine sau epigine, bisexuate, heterochlamideice, cu sepale și petale în general libere. Staminele și carpelele sunt variabile ca număr, de la polimere până la monomere. Biochimic, se caracterizează prin prezența taninurilor, a unor alcaloizi, compuși iridoizi și triterpenoizi. Nu conțin însă betalaine.

Ordinul **Rosales** cuprinde numeroase plante erbacee și lemnoase. Frunzele sunt stipelate sau nu, simple sau compuse, dispuse altern, opus sau verticilat. Florile sunt ciclice, bisexuate, rar unisexuate, actinomorfe până la zigomorfe, heterochlamideice. Androceul este în general polimer. Gineceul este variabil. Fructele sunt și ele foarte variate, iar la formarea lor participă adesea axa florală (receptaculul).

Familia ***Hydrangeaceae*** grupează arbuști, arbori de talie mică, liane și ierburi perene rizomatoase, cu frunze opuse, alterne, simple, întregi sau lobate, pețiolate, lipsite de stipele. Florile, grupate în variate tipuri de inflorescențe, sunt hermafrodite, tetra sau pentamere, cu sepale și petale libere. Fructul este de tip capsulă septicidă sau loculicidă, mai rar drupă. Cele aproape 200 de specii ale

familiei au o răspândire destul de largă pe glob. La noi în țară însă nu crește spontan nici una dintre acestea. Frecvent cultivate ca ornamentale sunt: *Hydrangea arborescens* (Hortensie) și *Philadelphus coronarius* (Lămâiță, Sirinderică).

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Hydrangeales / Cornanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Cornales / Cornanae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Cornales / Asteride

Familia ***Grossulariaceae*** cuprinde arbuști uneori spinoși, cu frunze alterne, simple, divizate profund astfel încât par compuse, nestipelate. Florile, grupate în inflorescențe terminale sau axilare, sunt hermafrodite, actinomorfe, pe tipul cinci, cu sepale și petale libere. Fructul este capsulă sau bacă. Familia cuprinde circa 330 specii din 24 de genuri, cu răspândire cosmopolită. Cel mai cunoscut gen este *Ribes*, speciile acestuia fiind cultivate frecvent pentru fructele sale delicioase (ex. *Ribes rubrum* – Coacăz roșu). În scop ornamental se folosesc *Ribes aureum* (Cuișor), *Ribes sanguineum* (Cuișor roșu) etc.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Saxifragales / Rosanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Saxifragales / Saxifraganae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Saxifragales / eudicotiledonate tipice

Familia ***Crassulaceae*** reunește plante erbacee cu frunze simple, fără stipele, cărnoase și suculente. Florile, grupate în inflorescențe cimoase, sunt hermafrodite, actinomorfe, frecvent pentamere, cu sepalele și petalele libere. Staminele sunt de obicei în număr dublu față de petale, dispuse pe două cicluri. Gineceul este 5-carpelar, apocarp, superior. Fructul este de tip foliculă. Familia Crassulaceae reunește circa 1100 specii, multe dintre ele răspândite în sudul Africii. În țară noastră această familie este reprezentată de specii ale genurilor *Sempervivum*, *Jovibarba*, *Sedum* și *Rhodiola*. Habitatele preferate de acestea sunt stâncăriile, grohotișurile, pajiștile pietroase. Dintre speciile mai frecvente amintim: *Sedum maximum* (Iarbă grasă), *Sedum acre* (Iarbă de șoaldină), *Rhodiola rosea* (Rujă). Multe dintre crasulacee se cultivă ca plante decorative de interior sau de grădină (*Crassula*, *Echeveria*, *Aeonium*, *Kalanchoe*, *Sedum* etc.). *Kalanchoe daigremontiana* este cunoscut atât ca plantă decorativă, cât și ca plantă medicinală, având proprietăți cicatrizante.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Saxifragales / Rosanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Saxifragales / Saxifraganae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Saxifragales / eudicotiledonate tipice

Familia ***Saxifragaceae*** grupează ierburi perene suculente cu frunze dispuse altern, uneori în rozete bazale, simple sau compuse, lipsite de stipele. Florile sunt hermafrodite, actinomorfe sau zigomorfe, pentamere, grupate în diferite tipuri de inflorescențe, mai rar solitare. Androceul este obdiplostemon, iar

gineceul brachisincarp. Fructul este de tip capsulă. Se cunosc circa 660 specii răspândite în zonele temperate şi reci ale emisferei nordice (Mabberley 1997). Cele mai multe dintre ele aparţin genului *Saxifraga* (440 specii). În flora României sunt prezente trei genuri (*Saxifraga*, *Parnassia* şi *Chrysosplenium*) cu 25 de specii care cresc, cu puţine excepţii, în zona de munte, din etajul nemoral până în cel alpin. Dintre cele mai frecvente amintim: *Saxifraga paniculata* (Iarba surzilor), *Saxifraga corymbosa*, *Saxifraga adscendes* (Ochii şoricelului), *Saxifraga cuneifolia* (Iarba căşunăturii), *Chrysosplenium alternifolium* (Splină) şi *Parnassia palustris* (Şopârlaiţă albă, Iarba studentului). Dintre speciile rare menţionăm *Saxifraga hirculus* care creşte în mlaştini eutrofe din etajul boreal. Aceasta este strict protejată de legislaţia europeană (Directiva Habitate) şi cea naţională (OUG 57/2007). Multe saxifragacee sunt cultivate în scop ornamental. Printre ele se află şi *Bergenia crassifolia* (Badan), *Saxifraga stolonifera*, *Astilbe japonica* şi *Heuchera sanguinea*.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Saxifragales / Rosanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Saxifragales / Saxifraganae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Saxifragales / eudicotiledonate tipice

Familia ***Rosaceae*** are numeroşi reprezentanţi (aproape 3000 specii) răspândiţi mai ales în emisfera nordică. Aceştia sunt arbori, arbuşti sau ierburi în general taninifere, cu frunze simple sau compuse, stipelate. Florile sunt grupate adesea în inflorescenţe cimoase. Sunt pentamere, cu caliciul simplu sau dublu, corola alcătuită din cinci petale libere, androceul format din numeroase stamine, iar gineceul variabil, de la polimer până la monomer, cu poziţie variabilă (Fig. 103). Fructele pot fi polifolicule, poliachene, polidrupe, poame sau drupe (Fig. 104). În funcţie de tipul de fruct, Rosaceae-ele sunt divizate în 4 subfamilii:

- **Spireoideae** – fruct polifoliculă. Reprezentanţi: *Spiraea* sp. (Cununiţă) etc.
- **Rosoideae** – fruct polidrupă sau polinuculă. Reprezentanţi: *Rubus idaeus* (Zmeur), *Rubus caesius* (Mur), *Rosa canina* (Măceş), *Fragaria vesca* (Fragi de pădure), *Potentilla argentea* (Scrântitoare), *Dryas octopetala* (Argintică), *Agrimonia eupatoria* (Turiţă mare), *Sanguisorba officinalis* (Sorbestrea), *Filipendula vulgaris* (Creţişoară) etc.
- **Maloideae** – fruct poamă (rezultat din concreşterea carpelelor cu receptaculul). Reprezentanţi: *Malus sylvestris* (Măr), *Pyrus pyraster* (Păr), *Cydonia oblonga* (Gutui), *Sorbus domestica* (Scoruş), *Crataegus monogyna* (Păducel) etc.
- **Prunoideae** – fruct drupă. Reprezentanţi: *Prunus domestica* (Prun), *Prunus avium* (Cireş), *Prunus vulgaris* (Vişin), *Prunus cerasifera* (Corcoduş), *Prunus armeniaca* (Cais), *Prunus persica* (Piersic), *Padus mahaleb* (Vişin turcesc) etc.

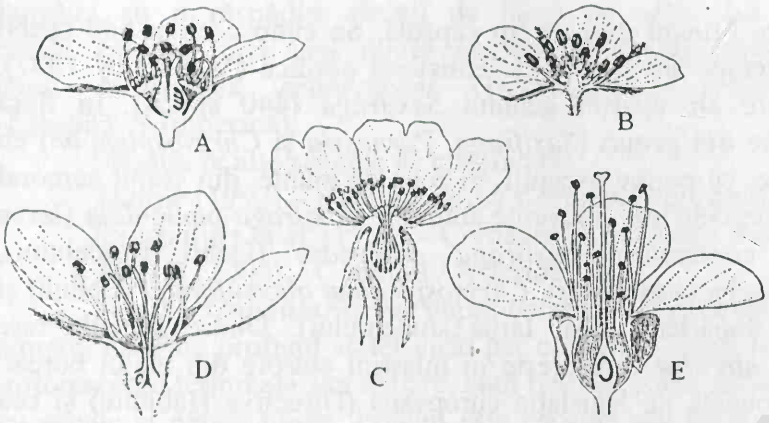


Fig. 103. Rosaceae – flori: A. *Spiraea* sp., B. *Fragaria vesca*, C. *Rosa canina*, D. *Pyrus communis*, D. *Prunus avium* (după Strasburger et al. 1961, p. 573)

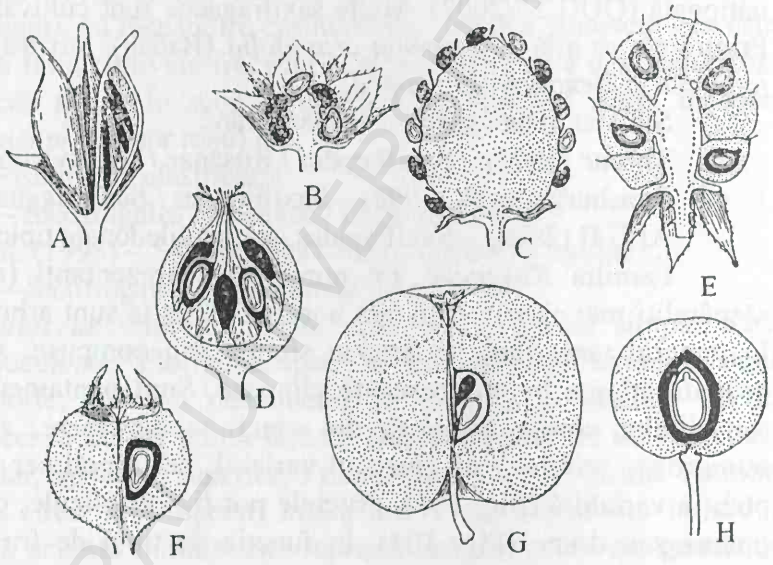


Fig. 104. Rosaceae – fructe: A. *Spiraea* sp., B. *Potentilla* sp., C. *Fragaria* sp., D. *Rosa* sp., E. *Rubus* sp., F. *Mespilus* sp., G. *Malus* sp., H. *Prunus* sp. (după Strasburger et al. 1961, p. 574)

Aşa cum se poate observa şi din enumerarea principalilor reprezentanţi, foarte multe specii ale acestei familii sunt cunoscute şi recunoscute pentru importanţa lor alimentară, industrială, medicinală, ornamentală etc. Dintre speciile rare de rosacee spontane două sunt strict protejate: *Agrimonia pilosa* (Turiţă) şi *Potentilla emilii-popii* (Buruiană cu cinci degete).

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Rosales / Rosanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Rosales / Rosanae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Rosales / Euroside I

Ordinul **Fabales (Leguminosales)** cuprinde atât plante erbacee cât şi lemnoase, cu frunze adesea compuse, stipelate, dispuse altern, uneori metamorfozate (stipelele în spini, peţiolii în cârcei etc.). Rădăcinile prezintă nodozităţi produse de *Rhizobium leguminosarum*, bacterie cu rol important în

fixarea azotului atmosferic. Frunzele sunt de obicei alterne, penat-compuse sau trifoliolate, mai rar palmat compuse sau simple. La baza peţiolului sau a fiecărei foliole se află pulvinule care determină orientarea acestora. Stipelele pot fi transformate uneori în spini. Florile sunt grupate frecvent în inflorescenţe racemoase. Sunt bisexuate, zigomorfe, pentamere. Androceul este polimer până la oligomer, de obicei diplostemon. Gineceul este monocarpelar superior (Fig. 105). Fructul este o păstaie dehiscentă atât pe linia de sudură cât şi de-a lungul nervurii mediane. Rar păstaia este indehiscentă.

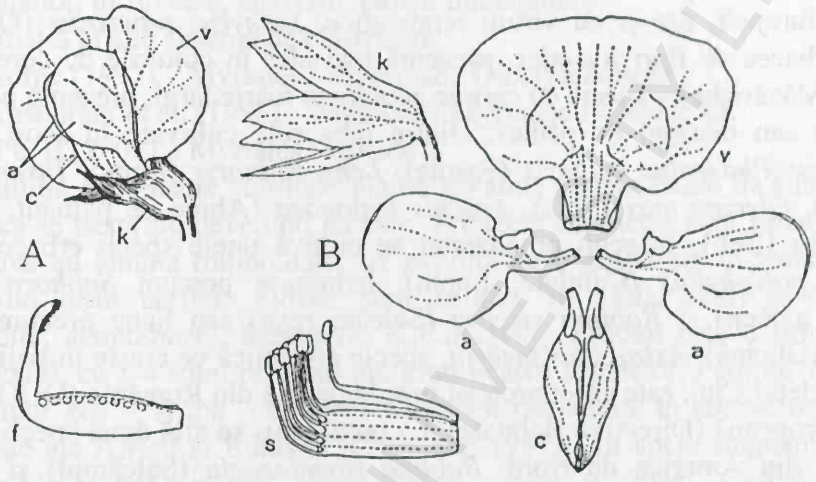


Fig. 105. Fabaceae – organizarea florală: A. floare (v – vexillum, a – allae, c – carina, k – caliciu, s – stamine, f – fruct)), B. floare desfăcută (după Strasburger et al. 1961, p. 577)

Cea mai importantă familie din cadrul ordinului este ***Fabaceae*** (Papilionaceae, Leguminosae). Aceasta adună circa 12000 specii cosmopolite (Cronquist 1981). Sunt predominant plante erbacee, mai rar arbuşti, arbori sau liane. Frunzele sunt penat compuse, palmat compuse sau trifoliolate. În cazul celor penat compuse, frecvent foliola terminală este transformată în cârcel sau aristă. Florile plantelor din această familie au următoarea alcătuire: $K_{(5)}C_5A_{5+5;(5+5);(9)+1}\underline{G}_1$. Sepalele sunt concrescute, în timp ce petalele sunt libere, diferenţiate în vexillum sau stindard (petala posterioară), allae sau aripioare (cele două petale laterale) şi carina sau luntriţa (cele două petale anterioare). Androceul este variabil. În fucţie de alcătuirea acestuia se pot deosebi reprezentanţi cu 10 stamine libere [ex. *Sophora japonica* (Salcâm japonez), *Sophora jaubertii* etc.], cu 10 stamine unite [*Glycine soja* (Soia), *Arachis hypogaea* (Alune de pământ) etc.], cu 9 stamine unite şi una liberă [*Medicago sativa* (Lucernă), *Trifolium pratense* (Trifoi roşu), *Vicia cracca* (Măzăriche), *Vicia faba* (Bob), *Phaseolus vulgaris* (Fasole), *Robinia pseudacacia* (Salcâm) etc.]. Fructul este păstaie polispermă, rar monospermă. Cel mai bogat gen al familiei este *Astragalus* (Coşaci) cu 1750 de specii răspândite mai ales în zonele temperate ale emisferei nordice (Mabberley

1997). La noi în țară sunt spontane 204 specii de Fabaceae aparținând la 31 de genuri (Ciocârlan 2000). *Trifolium* (Trifoi) este genul cu cea mai bogată reprezentare (39 specii). Acesta este urmat de *Astragalus* (Coşaci) cu 30 specii şi *Vicia* (Măzăriche) cu 27 specii. Amintim câteva dintre speciile spontane mai frecvent întâlnite: *Genista tinctoria* (Drobiță) – subarbust cu proprietăți tinctoriale, *Ononis arvensis* (Osul iepurelui) – frecvent în pajişti, *Medicago falcata* (Lucernă galbenă) – plantă erbacee furajeră, *Melilotus officinalis* (Sulfină galbenă) – cunoscută plantă medicinală, meliferă şi aromatică, *Trifolium pratense* (Trifoi roşu) – importantă plantă furajeră, *Lotus corniculatus* (Ghizdei) – plantă erbacee furajeră, dar şi cu virtuți terapeutice, *Lathyrus tuberosus* (Oreşniță) – plantă erbacee cu flori roşietice, prezentă mai ales în culturile de cereale, *Vicia cracca* (Măzăriche) – specie cu cerințe ecologice foarte largi, prezentă prin pajişti, tufărişuri sau margini de păduri. Dintre fabaceele cultivate în scop alimentar enumerăm: *Phaseolus vulgaris* (Fasole), *Lens culinaris* (Linte), *Pisum sativum* (Mazăre), *Glycine max* (Soia), *Arachis hypogaea* (Alune de pământ, Arahide), *Vicia faba* (Bob). În scop ornamental se cultivă unele specii erbacee precum *Lupinus polyphyllus* (Cafelute, Lupin), lemnoase precum *Sophora japonica* (Salcâm galben) şi *Robinia viscosa* (Salcâm roşu) sau liane precum *Wisteria sinensis* (Glicină). *Astragalus peterfii*, specie endemică ce creşte în pajiştile de la Suatu, județul Cluj, este strict protejat prin legislația din România (OUG 57/2007) şi cea Europeană (Directiva Habitate). La polul opus se află două specii lemnoase originare din America de Nord: *Robinia pseudacacia* (Salcâmul) şi *Amorpha fruticosa* (Salcâmul pitic). Acestea au fost inițial cultivate pentru fixarea nisipurilor şi terenurilor degradate, dar au ajuns ca în prezent să fie larg răspândite în diferite tipuri de habitate (Anastasiu & Negrean 2007) şi să necesite măsuri de limitare a extinderii lor.

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Rutales / Rutanae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Fabales / Fabanae / Rosidae s.l.
APG II (2003) – Fabales / Euroside I

Ordinul **Myrtales** cuprinde plante lemnoase şi erbacee, cu frunze simple, frecvent întregi, nestipelate, dispuse altern sau opus. Florile sunt grupate în inflorescențe cimoase sau racemoase, sunt hermafrodite sau unisexuate, adesea tetramere, perigine sau hipogine. Sepalele au aspectul unor lobi sau sunt mult reduse. Petalele sunt distincte, rar absente. Staminele sunt numeroase, curbate în boboc. Gineceul este bicarpelar sau policarpelar, sincarp, cu un singur stil. Fructul poate fi variat: capsulă, baca, drupă, nucula. Semințele sunt adesea lipsite de endosperm. Printre familiile acestui ordin se numără: Lythraceae, Thymeleaceae, Trapaceae, Myrtaceae, Punicaceae, Onagraceae. Unele dintre acestea au reprezentanți în flora noastră spontană, în timp ce altele cuprind doar specii exotice.

Familia ***Lythraceae*** grupează predominant plante erbacee, cu frunze opuse sau verticilate, stipelate. Florile sunt solitare, grupate în fascicule axilare sau în inflorescențe terminale. Sunt hermafrodite, 4, 6, sau 8-mere, frecvent actinomorfe, cu ovarul superior sau inferior. Fructul este capsulă. Semințele, de obicei numeroase, sunt aripate. Se cunosc circa 600 de specii răspândite mai ales în zonele tropicale (Mabberley 1997). În flora țării noastre familia Lythraceae este reprezentată de doar trei genuri: *Peplis*, *Ammania* şi *Lythrum*. Aceasta din urmă are cinci specii, cea mai cunoscută fiind *Lythrum salicaria* (Răchitan), frecventă pe malul apelor, în zăvoaie, lăcovişti, pajişti înmlăştinite.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Myrtales / Myrtanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Myrtales / Myrtanae /Rosidae s.l.

APG II (2003) – Myrtales / Roside

Familia ***Trapaceae*** cuprinde plante acvatice anuale fixate de substrat, dar care adesea se desprind devenind natante. Frunzele submerse sunt liniare, opuse. Cele natante au lamina romboidală, iar peţiolul cu o umflătură în zona mijlocie formată din ţesut aerifer. Florile sunt solitare în axile, scurt pedunculate, hermafrodite, actinomorfe, tetramere: $K_4C_4A_{4;2}G_{(2)}$. Fructul este o drupă mare, subglobuloasă, cu 2-4 spini rezultați din modificarea sepalelor. Familia Trapaceae are un singur gen – *Trapa* – cu circa 15 specii răspândite în zonele tropicale şi subtropicale ale Africii şi Eurasiei (Cronquist 1981). În apele stagnante sau lin curgătoare de la noi din țară creşte *Trapa natans* (Cornaci, Castan de apă). Semințele acestei plante sunt foarte bogate în amidon şi grăsimi motiv pentru care sunt folosite în alimentație, mai ales în țările asiatice.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Myrtales / Myrtanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Myrtales / Myrtanae /Rosidae s.l.

APG II (2003) – speciile genului *Trapa* sunt incluse în Lythraceae

Familia ***Myrtaceae*** grupează arbori sau arbuşti cu frunze întregi, persistente, dispuse opus, rar altern. Mezofilul frunzelor, ca şi alte organe, conține glande secretoare de uleiuri eterice. Florile sunt solitare sau grupate în inflorescențe cimoase sau racemoase, bisexuate, rar unisexuate, tetramere sau pentamere, epigine sau perigine. Caliciul este format din 4–5 sepale libere, rar reduse. Corola este formată, de asemenea, din 4–5 petale libere, imbricate, mai rar concrescute sau absente. Staminele sunt numeroase, distincte sau grupate în 4–5 mănunchiuri. Gineceul este format din 2–5 carpele concrescute. Fructul este de tip bacă, capsulă loculicidă, mai rar drupă sau nucă. Se cunosc circa 4620 specii de Myrtaceae, răspândite mai ales în zonele tropicale şi subtropicale (Mabberley 1997). Printre speciile mai cunoscute şi cu importanță economică se află: *Myrtus communis* (Mirtul) – arbust de origine mediteraneană cu multiple utilizări, *Syzygium aromaticum* (Arborele de cuişoare) – arbore ai cărui muguri florali uscați au proprietăți aromatice, *Eucalyptus globulus* (Eucalipt) – arbore

originar din Australia din care se extrage un ulei eteric – eucaliptolul – întrebuințat în combaterea tusei şi malariei, *Psidium guajava* (Guava) – arbore originar din Brazilia cu fructe comestibile, asemănătoare ca formă unor mere.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Myrtales / Myrtanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Myrtales / Myrtanae /Rosidae s.l.

APG II (2003) – Myrtales / Roside

Familia ***Onagraceae*** grupează în special plante erbacee, mai rar arbuşti, cu frunze simple, întregi sau dințate pe margini, dipsuse altern, opus sau verticilat. Florile sunt solitare în axile sau grupate în inflorescențe, heterochlamidee, bisexuate, epigine, frecvent tetramere sau dimere (ex. *Circaea*). Ovarul este inferior, mult alungit (Fig. 106). Fructul este frecvent capsulă loculicidă, mai rar bacă sau nucă. Familia Onagraceae cuprinde 18 genuri cu circa 650 specii răspândite mai ales în zonele temperate şi subtropicale ale Americii. În flora țării noastre cresc spontan 20 specii aparținând la patru genuri: *Circaea*, *Ludwigia*, *Epilobium* şi *Chamerion*. Printre cele mai frecvente specii se numără: *Circaea lutetiana* – plantă de pădure ce creşte în zona de deal şi munte, *Epilobium hirsutum* (Pufuliță cu flori mari) – întâlnită pe malul apelor, în locuri mlăştinoase şi umede, *Chamerion angustifolium* (Zburătoare) – specie cu flori mari, purpurii, pionieră în rarişti, tăieturi sau doborâturi de păduri. Dintre speciile exotice cu importanță decorativă menționăm pe *Fuchsia boliviana* (Cerceluşi) şi *Oenothera glazioviana* (Luminiță).

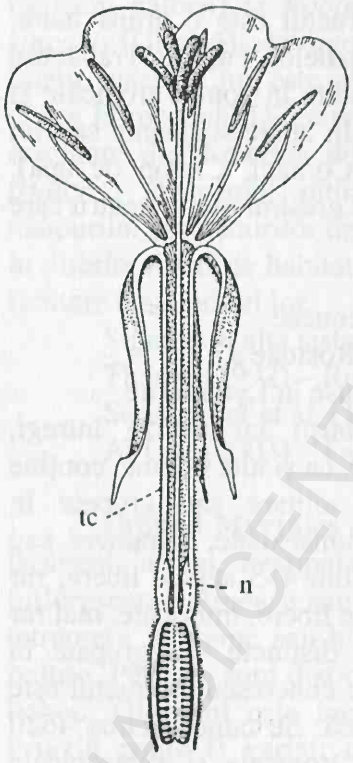


Fig. 106. *Oenothera* sp. – secțiune longitudinală prin floare (tc – tubul corolei, n – nectarii) (după Strasburger et al. 1961, p. 580)

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Myrtales / Myrtanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Myrtales / Myrtanae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Myrtales / Roside

Ordinul **Cornales** grupează plante lemnoase cu frunze simple, întregi, opuse. Florile sunt în general mici, bisexuate, epigine, tetraciclice şi tetramere. Androceul este izomer cu sepalele sau petalele, mai rar cu număr dublu de stamine față de numărul petalelor. Gineceul este sincarp, inferior, de regulă bicarpelar. Fructul este de tip drupă. Ordinul Cornales cuprinde patru familii: Alangiaceae, Nyssaceae, Cornaceae şi Garryaceae.

Familia ***Cornaceae*** este singura reprezentantă a ordinului Cornales în flora României. Cuprinde

BCU MICENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

arbori şi arbuşti cu frunze simple, opuse, întregi sau cu marginile dinţate, lipsite de stipele. Florile sunt bisexuate, actinomorfe, grupate în inflorescenţe cimoase. Formula florală este: $K_{5-4}C_{5-4}A_{5-4}G_{(2)}$. Se cunosc circa 120 specii răspândite mai ales în zonele temperate. La noi în ţară cresc spontan doar trei specii: *Cornus mas* (Corn) (Fig. 107), *Cornus australis* şi *Cornus sanguinea* (Sânger). Acestea sunt frecvent răspândite prin pădurile de deal şi câmpie.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Cornales / Cornanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Cornales / Cornanae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Cornales / Asteride

Fig. 107. *Cornus mas*: 1. ramură cu flori, 2. ramură cu frunze şi fructe, 3-4. flori (după Strasburger et al. 1961, p. 911)

Ordinul **Santalales** grupează predominant plante parazite şi semiparazite. Sunt erbacee sau lemnoase, cu frunze dispuse altern, opus sau verticilat, simple şi întregi, de multe ori reduse doar la nişte solzi. Florile sunt de regulă unisexuate, haplo- sau achalamidee, hipogine sau epigine, monomere până la tetramere. Androceul este în general izomer, iar gineceul sincarp, superior sau inferior, cu un singur stil sau cu stile distincte. Fructul este variabil, de tip bacă, drupă sau capsulă. Ordinul Santalales cuprinde 10 familii cu circa 2000 specii (Cronquist 1981) răspândite mai ales în regiunile tropicale.

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Familia ***Loranthaceae*** este cea mai cuprinzătoare, cu circa 900 specii semiparazite lemnoase răspândite în regiunile tropicale şi temperate mai ales din emisfera sudică, trăind pe diverse specii de arbori şi arbuşti. Pătrund în ţesutul plantei gazdă cu ajutorul unuia sau mai multor haustori. Tulpinile sunt de obicei ramificate dichotomic. Frunzele sunt căzătoare sau persistente, opuse, simple, întregi, uneori solziforme. Florile sunt mici, de regulă hermafrodite, tetra- sau hexamere, grupate în diferite tipuri de inflorescenţe. Fructul este de tip bacă sau drupă. Dintre cele 68 de genuri ale familiei, la noi în ţară se află doar *Loranthus* cu o singură specie, *Loranthus europaeus* (Vâsc de stejar). Aşa cum sugerează şi numele popular, aceasta este semiparazită pe specii de stejar, dar şi pe tei, fag sau mesteacăn.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Santalales / Santalanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Santalales / Santalanae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Santalales / eudicotiledonate tipice

Familia ***Viscaceae*** este destul de apropiată de Loranthaceae şi chiar în unele sisteme de clasificare speciile acesteia sunt incluse în Loranthaceae. Grupează plante semiparazite pe arbori, cu haustori care se ramifică şi penetrează adânc ţesuturile plantei gazdă. Ramurile sunt articulate, ramificate pseudodichotomic. Frunzele sunt opuse, simple, întregi, reduse uneori la solzi, nestipelate, în general persistente. Florile sunt mici, hermafrodite, galbene sau verzui, grupate în dichazii axilare (Fig. 108). Fructul este de tip bacă şi are consistenţă cleioasă. Familia Viscaceae cuprinde 7 genuri cu 385 specii răspândite în special în zonele tropicale şi subtropicale (Mabberley 1997). Dintre acestea, la noi se află doar *Viscum album* (Vâsc de foioase) şi *Viscum laxum* (Vâsc de conifere). Vâscul conţine viscotoxină, o polipeptidă cardiotoxică pentru mamifere, dar nu şi pentru păsări cărora le revine un rol important în răspândirea seminţelor acestei plante. În unele ţări Vâscul este asociat cu sărbătorile de iarnă şi considerat un simbol al fertilităţii.

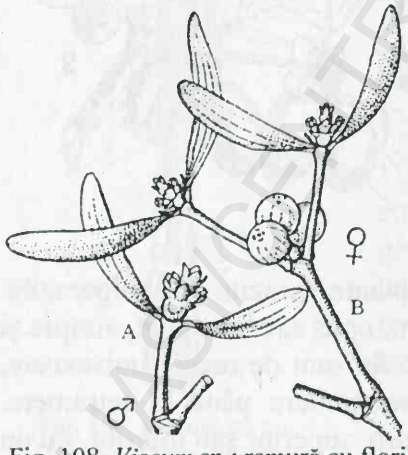


Fig. 108. *Viscum* sp.: ramură cu flori masculine, B. ramură cu flori feminine şi fructe (după Strasburger et al. 1961, p. 606)

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Santalales / Santalanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Santalales / Santalanae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – speciile acestei familii sunt incluse în Loranthaceae

Ordinul **Euphorbiales** cuprinde plante erbacee, suculente sau lemnoase, cu frunze simple, uneori compuse. Florile sunt unisexuate,

actinomorfe, haplochlamideice, cu androceu variabil, de la polimer la monomer şi gineceu tricarpelar, sincarp, superior. Fructul este o capsulă care la maturitate se deschide în trei loji. Grupează patru familii: Buxaceae, Simmondsiaceae, Pandaceae şi Euphorbiaceae. Aceasta din urmă este şi cea mai cuprinzătoare, cu 313 genuri şi 8100 specii răspândite în toate regiunile globului, mai puţin în cele arctice (Mabberley 1997).

Familia ***Euphorbiaceae*** reuneşte plante foarte diferite ca înfăţişare, unele dintre ele fiind mai degrabă asemănătoare cactaceelor. Au totuşi câteva caractere comune, ce le deosebesc net de cactuşi sau de reprezentanţii altor grupe taxonomice. În corpul vegetativ au canale laticifere şi celule care secretă tanin şi mucilagii. Sunt plante monoice sau dioice. Florile sunt unisexuate: cele masculine au formula $P_{5-1}A_{\infty-1}$, iar cele feminine $P_{5-1}G_{(3)}$. Inflorescenţele sunt complexe: pleiochazii alcătuite din dichazii, la rândul lor formate din ciaţii (inflorescenţe ce imită alcătuirea unei flori hermafrodite). Fiecare ciaţiu este format din 4–5 bractee, 4–5 glande nectarifere, câteva cime unipare masculine şi o floare feminină situată central, pe un carpofor (Fig. 109). Uneori staminele sunt ramificate (ex. *Ricinus*), având la bază un disc nectarifer intrastaminal, sau glandele nectarifere alternează cu staminele. Fructul este întotdeauna capsulă. În flora României se cunosc doar două genuri cu specii spontane: *Euphorbia* şi *Mercurialis*. Printre cele mai frecvente specii se numără: *Euphorbia cyparissias* (Laptele cucului) – întâlnită în pajişti, *Euphorbia amygdaloides* – plantă de pădure, *Euphorbia helioscopia* – spontană în locuri ruderale sau cultivate, *Mercurialis perennis* (Brei) – plantă de pădure. La polul opus se află *Euphorbia peplis* şi *Euphorbia paralias* care sunt foarte rare, pe nisipurile litorale. În scop medicinal, industrial şi chiar ornamental se cultivă *Ricinus communis* (Ricin), plantă originară din Africa tropicală. Chiar dacă nu cresc la noi în ţară, nu putem să nu amintim alte două Euphorbiaceae cu importanţă deosebită: *Manihot utilissima* (Manioc), din rădăcinile căruia se obţine tapioca – o făină folosită în alimentaţie, şi *Hevea brasiliensis* (Arbore de cauciuc), arbore originar din Brazilia care conţine cauciucul de cea mai bună calitate. Dintre euforbiaceele frecvent folosite pentru calităţile lor ornamentale menţionăm pe *Euphorbia milii* var. *splendens* (Coroana lui Christos), cu bractee mici, roşii sau galbene, *Euphorbia pulcherrima* (Stea de Crăciun, Poinsetia), cu bractee mari, roşii sau albe şi *Euphorbia lactea* (Plantă candelabru), nativă în India, foarte asemănătoare unui cactus, dar cu frunze pe tulpini şi, bineînţeles, conţinând latex.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Euphorbiales / Malvanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Euphorbiales / Violanae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Malpighiales / Euroside I

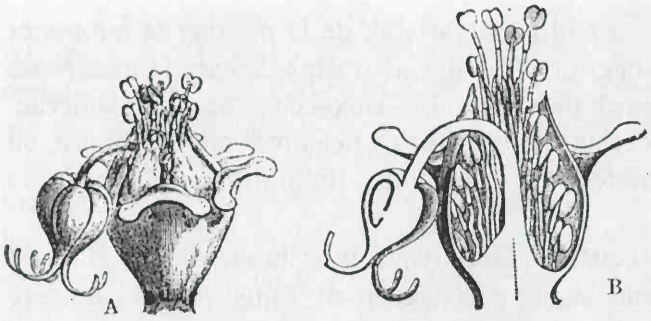


Fig. 109 *Euphorbia* sp.: A. ciaţiu B. secţiune longitudinală prin ciaţiu (după Strasburger et al. 1961, p. 605)

Ordinul **Rhamnales** cuprinde plante lemnoase, mai rar ierboase, cu frunze de obicei alterne, simple sau compuse. Florile sunt în general hermafrodite, actinomorfe, hipogine sau perigine, tetra- sau pentamere. Fructul este de tip drupă sau bacă. Ordinul include trei familii (Rhamnaceae, Leeaceae şi Vitaceae) cu circa 1700 specii (Cronquist 1981) răspândite mai ales în zonele tropicale şi subtropicale.

Familia ***Rhamnaceae*** grupează arbori şi arbusti, mai rar liane sau plante ierboase, cu frunze simple dispuse altern sau opus. Stipelele sunt mici sau lipsesc. Florile sunt mici, grupate în inflorescenţe terminale sau axilare. Fructul este de tip drupaceu sau uscat. Cele circa 900 de specii ale familiei sunt grupate în 49 de genuri. Dintre acestea, la noi cresc: *Paliurus spina-christi* (Spinul lui Christos, Păliur) – arbust spinos cu fructe uscate, înconjurate de o aripă ce le dă aspectul unor pălărioare; *Ziziphus jujuba* (Finap, Măslin dobrogean) – arbust de asemenea spinos cu drupe roşietice, comestibile; *Rhamnus cathartica* (Verigariu, Spinul cerbului) – arbust sau arbore cu flori unisexuate, pe tipul patru, cu drupe sferice, negre folosite în fitoterapie pentru proprietăţile lor purgative, diuretice şi depurative; *Rhamnus saxatilis* subsp. *tinctorius* (Verigariu) – arbust de locuri stâncoase, pietroase, cu proprietăţi tinctoriale; *Frangula alnus* (Cruşân, Paţachină) – arbust cu flori hermafrodite, pe tipul cinci (Fig. 110), cu proprietăţi tinctoriale şi medicinale.

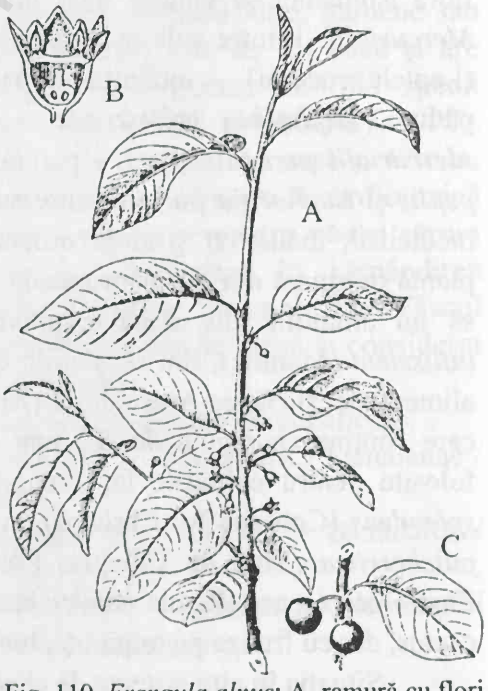


Fig. 110. *Frangula alnus*: A. ramură cu flori şi frunze, B. floare în secţiune longitudinală, C. ramură cu fructe (după Strasburger et al. 1961, p. 590)

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Rhamnales / Malvanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Rhamnales / Rhamnanae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Rosales / Euroside I

Familia *Vitaceae* este reprezentată de circa 850 specii de liane prevăzute cu cârcei opuşi frunzelor, rar de arboraşi sau plante ierboase. Frunzele sunt alterne, simple, palmate, cu stipele caduce. Florile sunt mici, bisexuate, actinomorfe, tetra- sau pentamere, grupate în cime sau panicule. Sepalele sunt mici, reduse la nişte lobi, petalele sunt libere (ex. *Parthenocissus*) sau unite terminal (ex. *Vitis*), staminele sunt epipetale iar gineceul este bicarpelar, sincarp, superior. Fructul este de tip bacă. Dintre cele 14 genuri ale familiei la noi sunt cunoscute doar două: *Vitis* şi *Parthenocissus*. Acestea cuprind numeroase specii cultivate. *Vitis sylvestris* (Viţa sălbatică) este singura spontană şi creşte prin pădurile de luncă, prin zăvoaie şi ostroave. *Vitis vinifera* (Viţa de vie) este cultivată în toate regiunile temperate. Se cunosc peste 2000 de soiuri producătoare de struguri pentru vin şi masă (Pop & al 1984). *Parthenocissus inserta* şi *Parthenocissus quinquefolia* (Viţă canadiană) sunt cultivate ca plante ornamentale, dar adesea pot fi văzute ca subspontane, mai ales pe vegetaţia lemnoasă de pe malurile apelor.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Cornales / Cornanae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Rhamnales / Rhamnanae / Rosidae s.l.
APG II (2003) – familie neîncadrată / Roside

Ordinul **Polygalales** grupează plante lemnoase sau erbacee cu frunze alterne, opuse sau verticilate, simple, întregi. Florile sunt bisexuate, zigomorfe, pentamere, rar tetramere, reunite în inflorescenţe variate, mai des racemoase. Sepalele sunt libere, petalele sunt libere sau concrescute la bază, staminele variabile ca număr, cu filamentele libere sau concrescute, iar gineceul este 2–5 carpelar, cu carpelele concrescute. Fructul este variat. Ordinul cuprinde 7 familii şi circa 2300 specii (Cronquist 1981). În flora României cresc doar specii ale familiei Polygalaceae.

Familia ***Polygalaceae*** cuprinde specii ale căror caractere generale se suprapun, în general, peste cele descrise în cadrul ordinului. Sepalele sunt libere, inegale, trei externe mai mici şi două interne mai mari, petaloide. Din cele cinci petale, obişnuit se dezvoltă doar trei. Acestea sunt unite la bază şi au o formă care aminteşte floarea fabaceelor. Staminele sunt opt, libere sau concrescute prin filamentele lor într-un tub sau în două grupuri. Gineceul este frecvent bicarpelar, sincarp, superior. Fructul este o capsulă turtită. Familia grupează 17 genuri cu aproximativ 950 specii răspândite larg pe glob. Cel mai cuprinzător este genul *Polygala* cu circa 500 specii. La noi pot fi întâlnite doar 10 dintre acestea, mai frecvente fiind *Polygala major* (Iarbă lăptoasă), *Polygala vulgaris*, *Polygala amara* (Amăreală). Importanţa economică a acestui grup este redusă. Local, unele specii pot fi folosite ca plante medicinale.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Polygalales / Geranianae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Polygalales / Fabanae / Rosidae s.l.
APG II (2003) – Fabales / Euroside I

Ordinul **Sapindales** cuprinde plante lemnoase, mai rar ierboase, cu frunze alterne sau opuse, frecvent compuse sau adânc lobate, lipsite de stipele sau acestea sunt caduce. Florile sunt în general hermafrodite, rar unisexuate, actinomorfe sau zigomorfe, heterochlamidee, tetra- sau pentamere, cu androceu diplostemon şi disc nectarifer intra- sau extrastaminal. Fructul este variat. Ordinul cuprinde circa 5400 specii grupate în 15 familii. Câteva dintre ele au reprezentanţi şi în flora ţării noastre: Staphyleaceae, Aceraceae, Anacardiaceae, Zygophyllaceae, Rutaceae.

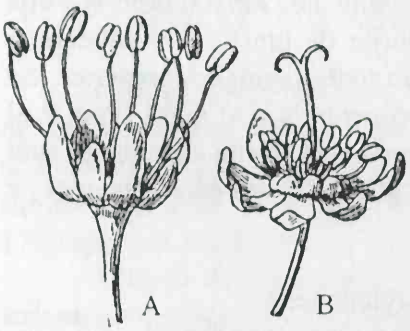


Fig. 111 *Acer pseudoplatanus*: A. floare masculină, B. floare hermafroditǎ, funcţional feminină (după Strasburger et al. 1961, p. 589)

Familia ***Aceraceae*** include arbori şi arbuşti cu frunze opuse, simple şi palmat lobate sau cel puţin palmat nervate, rar compuse. Florile sunt mici, actinomorfe, unisexuate sau funcţional unisexuate (Fig. 111), tetra- sau pentamere, grupate în inflorescenţe corimbiforme sau umbeliforme. Gineceul este în general bicarpelar, sincarp, superior. Fructul este disamară (două nucule aripate care la maturitate se desfac). Această familie are doar două genuri: *Acer* cu 111 specii şi *Dipteronia* cu două specii. La noi cresc următoarele specii: *Acer tataricum* (Glădiş, Arţar tătărăsc), *Acer monspessulanum* (Jugastru de Banat), *Acer campestre* (Jugastru), *Acer platanoides* (Arţar, Paltin de câmp), *Acer pseudoplatanus* (Paltin de munte). Frecvent poate fi întâlnit *Acer negundo* (Arţar american), specie introdusă din America în scop ornamental, devenită invazivă mai ales în mediul urban. Aceraceele sunt o sursă importantă de lemn, iar adesea sunt folosite în scop ornamental. *Acer saccharum*, originar din America de Nord, este şi o importantă sursă de zahăr.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Sapindaceae / Rutales / Rutanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Sapindales / Rutanae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – speciile aceste familii sunt incluse în Sapindaceae

Familia ***Anacardiaceae*** grupează plante lemnoase cu frunze alterne, simple sau compuse, nestipelate. Florile sunt pentamere, cu sepale şi petale libere, androceu haplo- sau diplostemon şi gineceu tricarpelar, sincarp. Sunt grupate în inflorescenţe terminale sau axilare. Fructul este drupă. Familia cuprinde circa 600 de specii răspândite mai ales în zonele tropicale şi subtropicale. La noi o singură specie este spontană – *Cotinus coggygria* (Scumpie), arbore răspândit la margini de păduri, în locuri însorite, cu proprietăţi tanante şi tinctoriale. Dintre speciile exotice amintim pe *Rhus typhina* (Oţetarul) – arbore cultivat la noi în scop decorativ, *Mangifera indica* (Mango) – arbore cu fructe de tip drupă, foarte gustoase, *Anacardium occidentale* (Acajou) – arbore larg cultivat pentru seminţele sale care se consumă prăjite şi sărate.

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Rutales / Rutanae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Anacardiales / Rutanae / Rosidae s.l.
APG II (2003) – Sapindales / Euroside II

Familia **Rutaceae** este reprezentată de arbori, arbuști și plante ierboase aromatice, cu frunze alterne sau opuse, simple, penat compuse sau trifoliolate. Florile sunt grupate în cime sau raceme, mai rar pot fi solitare. Sunt bisexuate sau unisexuate, în general actinomorfe, hipogine sau perigine. Structura florilor poate fi sintetizată în următoarea formulă florală: $K_{5-2}C_{5-2}A_{5+5;\ 2+2;\infty}G_{\underline{5-2};(\underline{5-2})}$. Sepalele și petalele sunt libere sau concrescute spre bază, androceul este frecvent diplostemon, gineceul este format în general din 4–5 carpele mai mult sau mai puțin clar unite formând un ovar plurilocular. Fructul este variat, de tip capsulă, bacă sau drupă. Familia cuprinde 153 de genuri cu circa 1800 specii răspândite mai ales în zonele tropicale (Mabberley 1997). Cel mai cunoscut gen este *Citrus* cu circa 20 specii răspândite din sudul și sud-estul Asiei până în estul Australiei, cele mai comune fiind *Citrus sinensis* (Portocalul), *Citrus* × *aurantium* (Grapefruit) (Fig. 112), *Citrus* × *limon* (Lămâiul), *Citrus maxima* (Pomelo), *Citrus reticulata* (Mandarin, Tangerin), *Citrus japonica* (Kumquat). Fructul speciilor de *Citrus* este un tip particular de bacă numit hesperidă. În flora României sunt spontane doar trei specii de Rutaceae: *Dictamnus albus* (Frăsinel), *Haplophyllum suaveolens* și *Haplophyllum patavinum*. Aceasta din urmă este foarte rară, prezentă pe coaste pietroase din județul Caraș-Severin.

Fig. 112. *Citrus* × *aurantium* – ramură cu frunze și flori (după Strasburger et al. 1961, p. 589)

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Rutales / Rutanae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Rutales / Rutanae / Rosidae s.l.
APG II (2003) – Sapindales / Euroside II

Ordinul **Geraniales** grupează în principal plante erbacee cu frunze alterne, opuse sau verticilate, compuse sau simple, întregi sau divizate. Florile sunt hipogine, bisexuate, rar unisexuate, actinomorfe sau ușor zigomorfe, pentaciclice și pentamere. Sepalele și petalele sunt libere, uneori ușor concrescute la bază; staminele sunt libere, rar concrescute prin filamentele lor, de obicei în număr dublu față de numărul petalelor; gineceul este 3–5 carpelar, sincarp. Fructul este în general o capsulă loculicidă. Ordinul constă în cinci familii și circa 2600 specii, răspândite pe tot globul: Oxalidaceae, Geraniaceae, Limnanthaceae, Tropaeolaceae, Balsaminaceae (Cronquist 1981).

Familia ***Oxalidaceae*** este reprezentată mai ales de specii erbacee, adesea cu tuberculi sau bulbi. Frunzele sunt alterne, trifoliolate, penat sau palmat

compuse, peţiolate, cu stipele reduse sau absente. La unele specii foliolele prezintă mişcări nictinastice. Florile sunt lung pedunculate, grupate în cime axilare. Sunt bisexuate, actinomorfe, pentamere, cu caliciul persistent, androceul obdiplostemon, monadelf, gineceul pentacarpelar, sincarp, superior, cu stile libere. Fructul este o capsulă loculicidă, care la deschidere aruncă seminţele la distanţă (Pop et al. 1984), mai rar bacă (*Averrhoa*, *Sarcotheca*). Oxalidaceele acumulează în corpul lor oxalaţi. Cele 775 specii ale familiei sunt răspândite din zonele tropicale până în cele temperate. Cel mai numeros gen este *Oxalis*, cu circa 700 specii (Mabberley 1997). La noi creşte spontan doar *Oxalis acetosella* (Măcrişul iepurelui) care este o plantă de talie mică, cu flori albe, răspândită prin păduri şi locuri umbroase din zona montană. Alte câteva specii, de data aceasta cu flori galbene, pot fi întâlnite însă în locuri ruderale: *Oxalis stricta*, *Oxalis dillenii*, *Oxalis corniculata*. Acestea sunt native în America de Nord, iar la noi au ajuns probabil în mod accidental.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Geraniales / Geranianae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Cunoniales / Rosanae / Rosidae s.l.

APG II (2003) – Oxalidales / Euroside I

Familia ***Geraniaceae*** grupează predominant specii erbacee cu peri glandulari capitaţi ce produc uleiuri aromatice (mentonă, borneol, geraniol). Frunzele sunt de obicei alterne, variat divizate, cu nervaţiune penată sau palmată, stipelate. Florile sunt grupate în inflorescenţe cimoase şi au următoarea alcătuire: $K_5C_5A_{5+5+5;5+5;5}G_{(3-5)}$. Corola este actinomorfă sau uşor zigomorfă. Staminele sunt concrescute la bază. Stilele sunt lungi şi formează împreună cu axul floral un rostru alungit. Fructul este o capsulă cu câte 1–2 seminţe în fiecare lojă. La maturitate lojele se desfac de jos în sus şi se desprind cu o porţiune de rostru care se răsuceşte în cerc (ex. *Geranium*) (Fig. 113) sau în spirală (ex. *Erodium*). La unele specii în momentul desprinderii lojelor seminţele sunt aruncate la distanţă. Se cunosc circa 700 de specii răspândite mai ales în zonele temperate. Cele mai multe dintre ele aparţin genurilor *Geranium* (300 specii) şi *Pelargonium* (280 specii). La noi familia este reprezentată de 22 specii ale genului *Geranium* (Ciocul berzei) şi 3 specii ale genului *Erodium* (Pliscul cocorului). Dintre cele mai răspândite amintim pe *Geranium robertianum* (Năpraznic) – plantă de pădure cu miros puternic, neplăcut, *Geranium phaeum* (Pălăria cucului) – plantă cu flori purpurii, raspândită prin luminişuri de pădure, *Geranium pratense* (Greghetin) – răspândit prin pajişti şi *Erodium cicutarium* (Pliscul cocorului) – răspândit în locuri ruderale şi pajişti. În scop ornamental se cultivă specii ale genului *Pelargonium* (Muşcate) care sunt native din Africa. *Pelargonium zonale* (Muşcata comună), *Pelargonium*

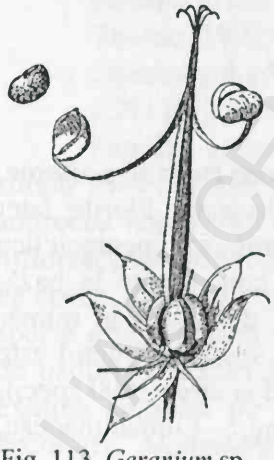


Fig. 113. *Geranium* sp. – fruct (după Strasburger et al. 1961, p. 587)

peltatum (Muşcata pletoasă), *Pelargonium grandiflorum* (Muşcate nobile), *Pelargonium odoratissimum* (Druşain), *Pelargonium radula* (Muşcată creaţă) sunt specii de muşcate aproape nelipsite din grădinile şi casele ţărăneşti (Anastasiu 2005). Muşcatele nu au doar importanţă decorativă. Din frunzele lor, cu miros de lămâie, portocală, trandafir, măr, cuişoare sau mentă, se extrag arome specifice utilizate în industria parfumurilor.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Geraniales / Geranianae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Geraniales / Geranianae / Rosidae s.l.
APG II (2003) – Geraniales / Roside

Ordinul **Apiales** cuprinde predominant plante erbacee, dar şi unele specii lemnoase. Frunzele sunt foarte variate, dispuse altern. Florile sunt grupate în inflorescenţă de tip umbelă. Sunt tetraciclice şi pentamere, cu ovarul inferior. Fructul este variat, de tip bacă, drupă sau constând în două mericarpii ataşate apical pe un carpofor central, persistent. Ordinul are doar două familii (Araliaceae şi Apiaceae) cu circa 3700 specii cosmopolite.

Familia ***Araliaceae*** grupează mai ales specii lemnoase, cu frunze alterne, simple sau compuse, nestipelate. Florile sunt mici, actinomorfe, pe tipul 5. Fructul este drupă, rar bacă sau nucula. Araliaceele sunt predominant răspândite în zonele tropicale. La noi se cunoaşte un singur reprezentant, *Hedera helix* (Iederă) care este o liană ce creşte prin păduri, zăvoiae, locuri umbroase, cu frunze 3–5 palmat lobate pe ramurile sterile şi ovate pe ramurile fertile. Specii ale genurilor *Fatsia*, *Aralia*, *Schefflera* sunt cultivate pentru calităţile lor decorative. Din această familie face parte şi cunoscutul *Panax ginseng* (Ginseng), nativ în nord-estul Chinei şi în Coreea, ai cărui rizomi şi rădăcini au virtuţi terapeutice.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Araliales / Cornanae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Araliales / Aralianae / Asteridae s.l.
APG II (2003) – Apiales / Euasteride II

Familia ***Apiaceae*** (Umbelliferae) grupează predominant plante erbacee, aromatice, unele toxice. Rădăcinile sunt pivotante. Tulpinile sunt fistuloase, articulate, cu internoduri lungi, costate. Frunzele sunt dispuse altern, au teaca foarte bine dezvoltată, iar lamina este frecvent palmat sau penat divizată. Florile sunt grupate în umbele simple sau compuse din mai multe umbelule. La baza umbelelor se află de obicei un involucru, iar la baza umbelulelor un involucel. Formula florală este: $K_{5-0}C_5A_5G_{(2)}$. Caliciul ese alcătuit din mici dinţi sau lipseşte. Petalele sunt libere, albe sau galbene, rar de altă culoare. Staminele alterenează cu petalele şi sunt situate pe un disc nectarifer. Gineceul este bicarpelar, sincarp, inferior (Fig. 114).

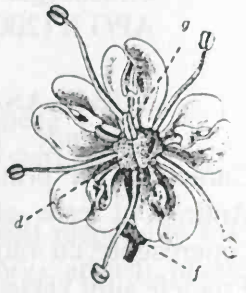


Fig. 114. Apiaceae – structura florală: d – disc nectarifer, f – ovar, g – stigmate (după Strasburger et al. 1961, p. 592)

Fructul este apocarpoid, la maturitate separat în două nucuşoare (mericarpe) ataşate temporar la vârful carpoforului (Fig. 115). Fiecare mericarp prezintă coaste longitudinale (cu fascicule conducătoare) şi valecule (cu canale secretoare). Semințele au endosperm bogat în aleuronă şi ulei. Umbeliferele cuprind 3540 specii răspândite pe tot globul. Acestea sunt divizate în două subfamilii, în funcție de prezența sau absența canalelor secretoare. Subfamilia **Saniculoideae** grupează specii lipsite de canale secretoare, în timp ce subfamilia **Apioideae** grupează specii care au canale secretoare. La noi în țară cresc aproximativ 120 specii. Unele dintre acestea au răspândire largă, fiind astfel foarte comune. Enumerăm câteva: *Sanicula europaea* (Sânişoară) – saniculoidee frecventă prin păduri din zona de deal şi munte, *Eryngium campestre* (Scaiul dracului), *Chaerophyllum hirsutum* (Asmățui sălbatic), *Conium maculatum* (Cucută) – plantă ruderală cu miros respingător, toxică, *Aegopodium podagraria* (Piciorul caprei), *Oenanthe aquatica* (Mărăraş de baltă), *Heracleum sphondylium* (Brânca ursului), *Anthriscus sylvestris* (Haşmaciucă). Foarte multe dintre umbelifere au importanță medicinală, aromatică şi alimentară. Dintre cele mai frecvent folosite umbelifere de la noi amintim: *Daucus carota* subsp. *carota* (Morcov), *Apium graveolens* (Țelină), *Anetum graveolens* (Mărar), *Petroselinum crispum* (Pătrunjel), *Levisticum officinale* (Leuştean), *Carum carvi* (Chimen), *Coriandrum sativum* (Coriandru), *Pimpinella anisum* (Anason), *Pastinaca sativa* subsp. *sativa* (Păstârnac). Dintre speciile rare, câteva sunt strict protejate prin Directiva Habitate şi OUG57/2007: *Angelica palustris* (Angelică de baltă), *Apium repens* (Țelină târâtoare) şi *Ferula sadleriana* (Aerel). *Angelica archangelica* (Angelică) este ocrotită ca monument al naturii.

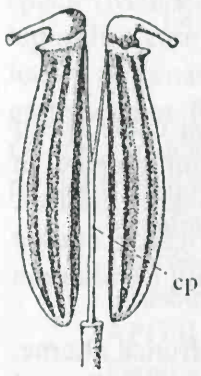


Fig. 115. *Conium maculatum* – fruct (cp – carpofor) (după Strasburger et al. 1961, p. 593)

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Araliales / Cornanae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Araliales / Aralianae / Asteridae s.l.
APG II (2003) – Apiales / Euasteride II

SUBCLASA ASTERIDAE

Cuprinde plante lemnoase şi erbacee răspândite pe tot globul. Caracteristica principală este reprezentată de florile simpetale şi tetraciclice. Androceul este alcătuit din 5-4-2 stamine, la cei mai mulți reprezentanți concrescute cu tubul corolei. Numărul carpelelor este redus de obicei la două. Fructele sunt variate.

Ordinul **Gentianales** grupează plante lemnoase sau erbacee cu frunze întregi, de obicei nestipelate şi dispuse opus sau verticilat. Florile sunt bisexuate, pentamere, simpetale, cu corola răsucită în boboc, de unde şi denumirea lor mai

veche de *Contortae*. Gineceul este bicarpelar, sincarp, superior. Fructele sunt frecvent capsule şi folicule. Ordinul cuprinde 6 familii cu circa 5500 specii.

Familia ***Gentianaceae*** cuprinde specii cu largă răspândire pe glob, mai ales în etajul montan, subalpin şi alpin. Sunt de obicei plante erbacee cu frunze întregi, opuse, nestipelate. Flori, uni- sau bisexuate, sunt obişnuit actinomorfe, 4-5-mere, cu gineceu superior, bicarpelar, sincarp (Fig. 116). Fructele sunt capsule, rar bace. În urma metabolismului produc o serie de compuşi foarte importanţi în fitoterapie: glicozide amare, glicozide flavonice, alcaloizi antihelmintici. La noi, familia este reprezentată de 28 specii aparţinând genurilor *Gentiana*, *Gentianella*, *Gentianopsis*, *Blackstonia*, *Centaurium*, *Comastoma*, *Lomatogonium* şi *Swertia*. *Gentiana lutea* (Ghinţură) este foarte cunoscută pentru virtuţile sale terapeutice, dar totodată este ocrotită ca monument al naturii. În scopuri medicinale se folosesc *Gentiana asclepiadea*, *Gentiana cruciata* şi *Centaurium umbellatum* (Fierea pământului). *Gentiana acaulis* (Cupe) – o superbă plantă cu flori mari, albastre, spontană în pajiştile subalpine – este desenată pe bancnota de un leu. *Eustoma grandiflorum* (Lisiantus), cu flori mari, violete, este cunoscută ca plantă tăiată, pentru realizarea de buchete.

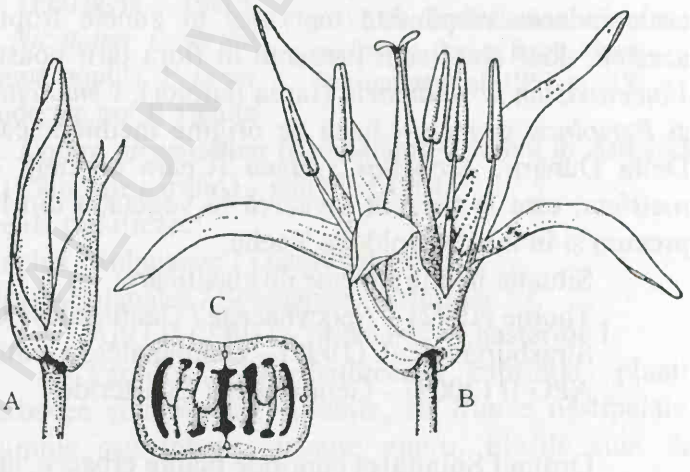


Fig. 116. *Gentiana lutea*: A. boboc, B. floare, C. fruct (după Strasburger et al. 1961, p. 614)

Situaţia în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Gentianales / Gentiananae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Gentianales / Gentiananae / Asteridae s.l.
APG II (2003) – Gentianales / Euasteride I

Familia ***Apocynaceae*** însumează aproximativ 1850 specii răspândite mai ales în zonele tropicale. Acestea sunt de obicei liane, mai rar arbori, arbuşti, plante lemnoase sau suculente. Prezintă laticifere şi conţin glicozide şi alcaloizi. Au frunze simple şi întregi, în general opuse. Florile sunt tetra- sau pentamere, cu corola contortă, grupate în inflorescenţe cimoase sau racemoase. În flora României doar trei specii sunt spontane: *Vinca herbacea* (Saschiu), *Vinca minor* şi *Trachomitum venetum*. Aceasta din urmă este foarte rară, în Delta Dunării. Ca

plantă ornamentală este foarte cunoscut *Nerium oleander* (Leandrul) – specie mediteraneană, cu frunze simple, lanceolate, şi flori variat colorate, extrem de toxică. *Catharanthus roseus* (syn. *Vinca rosea*) este o apocinacee din Madagascar cultivată frecvent ca plantă decorativă, dar şi cu importante calităţi medicinale. Aceasta conţine circa 80 de alcaloizi printre care vincristina şi vinblastina care inhibă dezvoltarea celulelor tumorale.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Gentianales / Gentiananae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Gentianales / Gentiananae / Asteridae s.l.
APG II (2003) – Gentianales / Euasteride I

Familia ***Asclepiadaceae*** grupează plante foarte variate ca habitus – liane, arbuşti, arbori, ierburi, suculente. Au laticifere nearticulate. Frunzele sunt opuse, simple, întregi, rar lobate sau dinţate. Florile sunt hermafrodite, actinomorfe, pentamere, cu excepţia gineceului care este bicarpelar. În gâtul corolei există o coronulă simplă sau dublă. Anterele sunt unite şi alipite sau concrescute şi cu stigmatul formând o coloană centrală numită ginostemiu. Polenul se eliberează sub formă de polinii sau tetrade. Fructul este foliculă şi conţine numeroase seminţe care terminal poartă peri lungi. Sunt cunoscute circa 2800 de asclepiadacee răspândite mai ales în zonele tropicale şi subtropicale. Dintre acestea, doar cinci sunt prezente în flora ţării noastre. Cele mai cunoscute sunt *Vincetoxicum hirundinaria* (Iarba fiarelor), *Cynanchum acutum* (Curpene câinesc) şi *Periploca graeca* – liană de origine mediteraneană, spontană în pădurile din Delta Dunării. *Asclepias syriaca* (Ceara albinei), cultivată pentru calităţile ei melifere, este în prezent invazivă în vegetaţia din luncile râurilor Olt şi Mureş, precum şi în insula Moldova Veche.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Apocynaceae / Gentianales / Gentiananae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Gentianales / Gentiananae / Asteridae s.l.
APG II (2003) – Gentianales / Euasteride I

Ordinul **Solanales** cuprinde plante erbacee, arbuşti sau arbori de talie mică cu frunze alterne, simple sau compuse, nestipelate. Florile sunt bisexuate, în general actinomorfe, pentamere, simpetale, cu stamine ataşate corolei şi gineceu bicarpelar, sincarp, superior. Fructul este capsulă sau bacă, mai rar de alt tip. Cele 5000 de specii ale ordinului sunt grupate în opt familii: Duckeodendraceae, Nolanaceae, Menyanthaceae, Polemoniaceae, Hydrophyllaceae, Cuscutaceae, Convolvulaceae şi Solanaceae.

Familia ***Solanaceae*** grupează plante cu frunze nestipelate, simple, întregi sau sectate, alterne. Florile, solitare sau grupate în cime, sunt bisexuate, actinomorfe, pentamere. Caliciul este gamosepal, corola este gamopetală, Androceul este format din 5 stamine epipetale, gineceul este bicarpelar sinacarp, superior. Fructele sunt bace sau capsule. Solanaceele conţin numeroşi alcaloizi (cei mai mulţi toxici) între care

amintim: atropină, hiosciamină, capsicină, solanină, nicotină, scopolamină, anabasină. Familia Solanaceae cuprinde 2950 specii aparținând la 94 genuri, din care 25 sunt endemice pentru America de Sud. Cele mai multe specii (1700) aparțin genului *Solanum*. În flora României se cunosc 9 solanacee spontane. Mai frecvent răspândite sunt: *Solanum nigrum* (Zârnă) – în locuri ruderale și cultivate, *Solanum dulcamara* (Lăsnicior) – în locuri umede și umbroase, mai ales pe marginile apelor, *Scopolia carniolica* (Mutulică) – prin păduri, în locuri umede și umbroase, *Atropa belladonna* (Mătrăgună) – de asemenea în locuri umede și umbroase (Fig. 117), *Hyosciamus niger* (Măselarița) – în locuri ruderale. Solanaceele frecvent cultivate în scop alimentar sau decorativ sunt: *Solanum tuberosum* (Cartof), *Solanum melongena* (Pătlăgele vinete), *Lycopersicon esculentum* (Pătlăgele roșii), *Capsicum annuum* (Ardei), *Nicotiana tabacum* (Tutun), *Nicotiana alata* (Regina nopții), *Petunia hybrida* (Petunie). În locuri ruderale pot fi văzute adesea două specii adventive: *Datura stramonium* (Ciumăfaie) – nativă în America de Nord, și *Lycium barbarum* (Cătină de garduri) – nativ în China.

Fig. 117. *Atropa belladona* – ramură cu frunze, flori și fructe (după Strasburger et al. 1961, p. 619)

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Solanales / Solananae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Solanales / Solananae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Solanales / Euasteride I

Fig. 118. *Calystegia sepium* – ramură cu frunze, flori, fruct; diagramă florală (după Strasburger et al. 1961, p. 616)

Familia ***Convolvulaceae*** cuprinde plante erbacee și arbustive volubile, cu frunze nestipelate, simple sau lobate, dispuse altern. Florile sunt de obicei pentamere, cu gineceu 5–2 carpelar, superior. Fructul este o capsulă. Din cele peste 1600 de specii, la noi cresc spontan doar șapte. *Convolvulus arvensis* (Volbura) și *Calystegia sepium* (Cupa vacii, Volbura mare) (Fig. 118) sunt cele mai frecvente. *Convolvulus persicus* (Volbura de nisip), *Convolvulus lineatus* și *Convolvulus elegantissimus* sunt specii rare, ocrotite la nivel național. *Pharbitis purpurea* (Zorele), originară din America tropicală, este cultivată pentru frumusețea florilor sale. Tot din familia Convolvulaceae face parte și *Ipomaea batatas* (Batat, Cartof dulce), originară din America centrală,

cultivată în zonele calde pentru rădăcinile sale groase, asemănătoare cartofului, bogate în amidon, vitamine şi zahăr, folosite în alimentaţie.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Solanales / Solananae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Solanales / Solananae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Solanales / Euasteride I

Familia ***Cuscutaceae*** cuprinde 145 specii cosmopolite aparţinând unui singur gen – *Cuscuta*, cunoscut popular sub numele de Torţel. Cuscutaceele sunt plante erbacee parazite, lipsite de rădăcini, cu tulpini volubile prevăzute cu haustori care se înfig în ţesuturile plantei gazdă. Florile sunt mici, pentamere, adunate în glomerule. Fructul este de tip capsulă. Cele mai comune specii de Torţel de la noi sunt *Cuscuta epithymum*, *Cuscuta europaea* şi *Cuscuta campestris*.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – sunt incluse în Convolvulaceae

Strasburger et al. (1998) – Solanales / Solananae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – speciile acestei familii sunt incluse în Convolvulaceae

Ordinul **Lamiales** este reprezentat de familiile Verbenaceae, Lamiaceae, Lennoaceae şi Boraginaceae. Speciile acestui ordin sunt ierboase sau lemnoase, cu frunze alterne sau, frecvent, opuse, simple, rar compuse, nestipelate. Florile sunt bisexuate, pentamere, cu corola simpetală, androceu izomer şi gineceu bicarpelar, sincarp.

Familia ***Lamiaceae*** (Labiatae) cuprinde plante, erbacee şi arbustive, rar arborescente şi liane, cu tulpini adesea tetramuchiate. Frunzele sunt nestipelate, simple, dispuse opus. Inflorescenţele sunt cime dispuse axilar. Florile au o conformaţie caracteristică. Caliciul este gamosepal, persistent. Corola tubuloasă este bilabiată, prevăzută cu două labii: unul superior, rezultat din concreşterea integrală a două petale, şi unul inferior, rezultat din concreşterea a trei petale. Androceul este alcătuit fie din patru stamine didiname, fie din două stamine însoţite de două staminodii. Gineceul este bicarpelar, sincarp, superior. Fructele sunt tetrachene. Lamiaceele sunt acoperite cu peri secretori de uleiuri plăcut mirositoare: pinen, borneol, limonen, geraniol. Această familie este destul de numeroasă, cu circa 6700 specii cosmopolite. Dintre acestea doar circa 120 sunt spontane în flora României. Menţionăm câteva mai răspândite: *Lamium maculatum* (Sugelul pătat), *Lamium album* (Urzica moartă, Sugelul alb), *Stachys officinalis* (Creţişor, Vindecea), *Glechoma hederacea* (Rotungioara), *Salvia pratensis* (Jaleş), *Prunella vulgaris* (Busuiocul cerbilor), *Thymus pulegioides* (Cimbru de câmp), *Mentha aquatica* (Mentă de apă, Izmă), *Leonurus cardiaca* (Talpa gâştii), *Ballota nigra* (Cătuşe). Dintre cele cu importanţă alimentară, medicinală şi aromatică amintim: *Satureja hortensis* (Cimbru), *Rosmarinus officinalis* (Rosmarin), *Ocimum basilicum* (Busuioc), *Melissa officinalis* (Roiniţa), *Lavandula angustifolia* (Levănţică), *Salvia officinalis* (Jaleş de grădină), *Hyssopus*

officinalis (Isop). În scop ornamental se cultivă frecvent *Salvia splendens* (Salvie, Jaleş de grădină), cu flori stacojii dispuse în racem, şi *Monarda didyma* (Mentă de grădină), cu flori stacojii dispuse terminal, într-o inflorescenţă capituliformă. Deşi multe dintre lamiacee sunt rare, doar *Dracocephalum austriacum* (Mătăciune) este strict protejat prin lege.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Lamiales / Gentiananae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Lamiales / Lamianae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Lamiales / Euasteride I

Familia ***Boraginaceae*** grupează în general plante erbacee, păroase, rar glabre, cu frunze simple, nestipelate, de obicei alterne. Inflorescenţa este o cimă unipară (scorpioidă) (Fig. 119). Caliciul este gamosepal, persistent, iar corola gamopetală, tubuloasă. Petalele sunt prevăzute în interior cu câte un solz care uneori închide tubul corolei (fornice) (Fig. 120). Androceul este format din cinci stamine concrescute cu tubul corolei prin filamente. Gineceul este bicarpelar, sincarp, superior. De timpuriu se formează un perete despărţitor care împarte ovarul în patru loje, la maturitate formându-se tot atâtea nucule (tetrachene). În floare se află un disc nectarifer care favorizează polenizarea entomofilă. Boraginaceele au o răspândire largă, pe tot globul. La noi cresc prin păduri şi pajişti, de la şes până la etajul alpin. Reprezentanţi: *Pulmonaria officinalis* (Mierea ursului), *Myosotis sylvatica* (Nu-mă-uita), *Symphytum officinale* (Tătăneasă), *Echium vulgare* (Limba şarpelui), *Lithospermum officinale* (Mărgeluşe), *Cynoglossum officinale* (Limba câinelui) etc. Din punct de vedere economic boraginaceele sunt plante deosebit de importante. Unele sunt folosite în scop terapeutic (*Symphytum officinale*, *Pulmonaria officinalis*), altele în scop ornamental (*Myosotis sylvatica*, *Heliotropium peruvianum*, *Borago officinalis*) sau ca plante tinctoriale (*Alkana tinctoria*). *Echium russicum* (Capul şarpelui) – o frumoasă boraginacee cu flori stacojii, prezentă în pajiştile stepice, este strict protejată prin legislaţia Europeană (Directiva Habitate) şi din ţara noastră (OUG 57/2007).

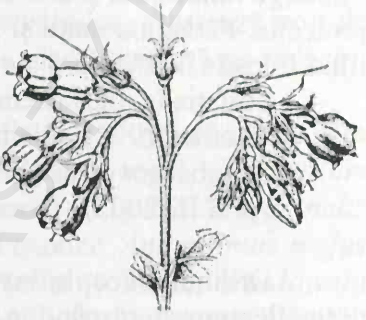


Fig. 119. *Symphytum* sp. – inflorescenţă (după Strasburger et al. 1961, p. 616)

Fig. 120. *Symphytum* sp. – secţiune longitudinală prin floare (f – fornice) (după Strasburger et al. 1961, p. 617)

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Solanales / Solananae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Boraginales / Solananae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – familie neîncadrată (izolată) / Euasteride I

Ordinul **Plantaginales** cuprinde o singură familie, ***Plantaginaceae***. Aceasta grupează plante cu frunze simple, adesea dispuse în rozetă la suprafața solului. Florile sunt grupate în spice mai mult sau mai puțin alungite. Florile sunt de obicei bisexuate, actinomorfe, tetramere. Fructul este o capsulă. Familia conține trei genuri (*Plantago*, *Litorella* și *Bougueria*) cu circa 270 specii cosmopolite. Dintre acestea, 18 pot fi întâlnite în flora României. Cele mai comune sunt: *Plantago major* (Pătlagină mare), *Plantago media*, *Plantago lanceolata* (Pătlagină cu frunze înguste), *Plantago arenaria* (Ochiul boului). *Litorella uniflora* (Chenarul bălților), *Plantago coronopus* (Pătlagină de nisipuri), *Plantago holosteum* și alte câteva fac parte din categoria speciilor rare, ce necesită protecție. Pătlagina mare și Pătlagina cu frunze înguste au proprietăți terapeutice, fiind folosite în afecțiuni ale aparatului respirator.

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Lamiales / Gentiananae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Scrophulariales / Lamianae / Asteridae s.l.
APG II (2003) – Lamiales / Euasteride I

Ordinul **Scrophulariales** cuprinde preponderent plante ierboase și mai puține lemnoase, răspândite pe tot globul. Se caracterizează prin flori gamopetale, zigomorfe, pentamere. Androceul este format din 5, 4 sau 2 stamine, iar gineceul este bicarpelar, sincarp, superior. Fructul este frecvent de tip capsulă, mai rar drupă sau bacă. Ordinul cuprinde 12 familii cu aproape 14000 de specii. Cele mai numeroase sunt Scrophulariaceae cu peste 5000 specii, Acanthaceae cu circa 3450 specii și Gesneriaceae cu circa 2900 specii (Mabberley 1997). În flora spontană a României sunt peste 140 specii din familiile Scrophulariaceae, Globulariaceae, Acanthaceae, Orobanchaceae și Lentibulariaceae.

Familia ***Scrophulariceae*** cuprinde plante cu frunze simple, nestipelate, dispuse altern sau opus. Florile sunt grupate în inflorescențe axilare, cimoase sau racemoase. Sunt bisexuate, zigomorfe (Fig. 121), pentamere, rar tetramere. Caliciul este gamosepal, persistent, corola gamopetală, androceul este format din 5, 4 sau 2 stamine prinse de tubul corolei, iar gineceul este superior, bicarpelar, sincarp. Fructul este capsulă sau bacă. Unii reprezentanți ai acestei familii sunt plante semiparazite sau parazite. În funcție de dispoziția frunzelor și de numărul de stamine, în cadrul acestei familii se disting trei grupe:

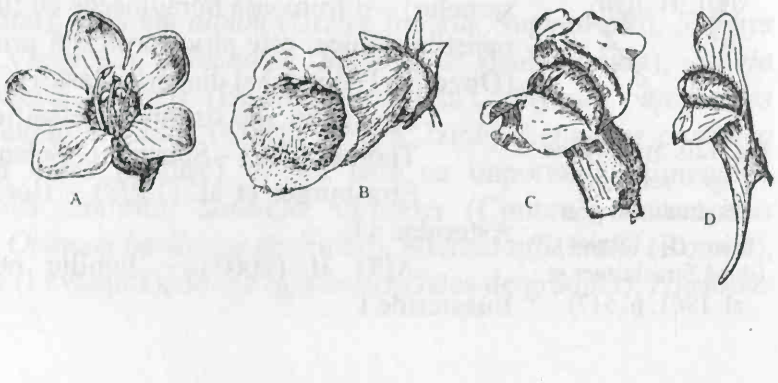


Fig. 121. Scrophulariaceae – tipuri de flori: A. *Verbascum thapsus*, b. *Digitalis purpurea*, C. *Antirrhinum majus*, D. *Linaria vulgaris* (după Strasburger et al. 1961, p. 620)

– scrofulariacee cu frunze alterne şi 5 stamine în floare: *Verbascum phlomoides* (Coada vacii), *Verbascum nigrum* (Luminița neagră) etc.
– scrofulariacee cu frunze opuse sau alterne şi cu 4 stamine în floare: *Digitalis grandiflora* (Degetărel galben), *Linaria vulgaris* (Linariță), *Antirrhinum majus* (Gura leului) etc.
– scrofulariacee cu frunze opuse şi cu 2 stamine în floare: *Veronica chamaedrys* (Şopârlița), *Veronica orchidea*, *Veronica beccabunga* ş.a.

Dintre scrofulariaceele semiparazite menționăm: *Melampyrum nemorosum* (Sor cu frate), *Euphrasia stricta* (Silur), *Rhinantus minor* (Clocotiş). Aceste plante se prind de rădăcinile gazdelor lor prin intermediul haustorilor. Cauzează boli de subnutriție plantelor gazdă. *Lathraea squamaria* este o plantă parazită pe rădăcini de arin, fag, alun sau alte specii lemnoase.

Multe dintre scrofulariacee au importanță medicinală şi ornamentală. Din prima categorie amintim: *Digitalis purpurea* (Degetărel roşu), *Verbascum phlomoides* (Coada vacii), *Gratiola officinalis* (Veninariță), *Euphrasia officinalis* (Silur). În cea de-a doua categorie intră mai ales specii exotice: *Antirrhinum majus* (Gura leului) – plantă erbacee anuală cu flori variat colorate, *Paulownia tomentosa* – arbore originar din Japonia, cu inflorescențe mari, albe sau liliachii, *Penstemon barbatus* – plantă erbacee anuală, originară din America de Nord, cu flori stacojii. Printre speciile rare de scrofulariacee din flora României se află *Tozzia alpina* subsp. *carpatica* (Iarba gâtului) care este strict protejată.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Lamiales / Gentiananae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Scrophulariales / Lamianae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Lamiales / Euasteride I. Cu excepția speciilor genurilor *Scrophularia* şi *Verbascum*, toate celelalte, cunoscute cu reprezentanți şi în Flora României, au fost transferate familiei Plantaginaceae.

Familia ***Orobanchaceae*** grupează plante parazite pe rădăcinile altor plante erbaceae sau lemnoase din clasa dicotiledonate. Frunzele sunt alterne, reduse la scvame, nestipelate. Florile sunt bisexuate, zigomorfe, gamosepale şi gamopetale. Caliciul este persistent, tubulos-campanulat, 4-5-lobat sau adânc divizat în doi lobi laterali. Corola este bilabiată, cu tubul drept sau curbat. Androceul este didinam, cu patru stamine normal dezvoltate, perechi, şi a cincea redusă sau absentă. Gineceul este bicarpelar, sincarp, superior. Fructul este capsulă loculicidă. Se cunosc peste 200 specii de Orobanchaceae, 21 dintre acestea fiind prezente şi în flora țării noastre. Dintre cele mai răspândite notăm: *Orobanche ramosa* (Lupoaie, Verigel) – parazită pe Cânepă, Tutun, Pătlăgele roşii; *Orobanche purpurea* şi *Orobanche cernua* – parazite mai ales pe plante din familia Asteraceae; *Orobanche alba* – parazită pe Lamiaceae; *Orobanche caryophyllacea* – parazită pe specii de Rubiaceae.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Scrophulariaceae / Lamiales / Gentiananae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Scrophulariales / Lamianae / Asteridae s.l.
APG II (2003) – Lamiales / Euasteride I

Familia ***Lentibulariaceae*** cuprinde 245 specii erbacee, acvatice sau de locuri umede, cosmopolite. Frunzele acestora sunt adaptate nutriției insectivore. La unele specii frunzele sunt simple și alterne (ex. *Pinguicula*). La altele, tulpinile poartă ramuri fotosintetizante, divizate, morfologic asemănătoare frunzelor, dar structural identice cu tulpinile. Pe acestea se află frunze adevărate, de forma unor vezicule (utricule), transformate în capcane pentru insecte (ex. *Utricularia*). Florile sunt hermafrodite, zigomorfe, pentamere, cu caliciul și corola bilabiate. Corola are un pinten scurt, conic, ușor curbat. Androceul este format din două stamine. Gineceul este bicarpelar. Fructul este capsulă. În flora noastră spontană sunt reprezentanți din două genuri: *Pinguicula* și *Utricularia*. *Pinguicula vulgaris* (Foaie grasă) este o plantă mică, cu frunze dispuse într-o rozetă bazală, acoperite pe fața superioară de substanțe vâscoase care ajută la prinderea insectelor. Florile sunt zigomorfe, violete. Trăiește în pajiști alpine umede și în turbării. *Utricularia vulgaris* (Otrățel) este plantă acvatică. Are flori galbene, pintenate, situate la capătul unor pedunculi lungi care ies deasupra apei.

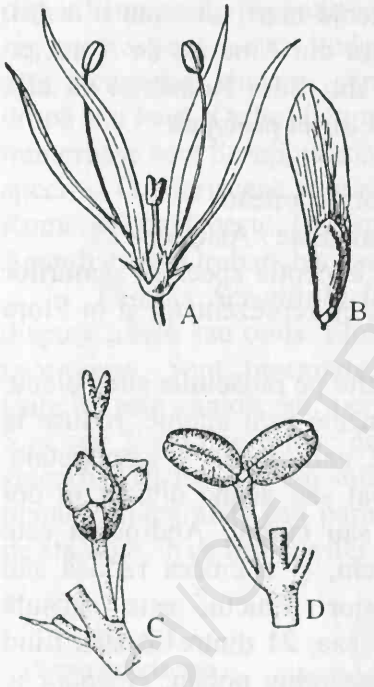


Fig. 122. *Fraxinus* sp.: A. *Fraxinus ornus*: floare hermafroditǎ, B. *Fraxinus ornus*: samarǎ, C. *Fraxinus excelsior* – floare hermafroditǎ, D. *Fraxinus excelsior*: floare masculinǎ (după Strasburger et al. 1961, p. 614)

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Lamiales / Gentiananae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Scrophulariales / Lamianae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Lamiales / Euasteride I

Familia ***Oleaceae*** cuprinde specii răspândite în zonele calde și temperate ale globului. Oleaceele sunt arbori, arbuști sau liane cu frunze simple sau compuse, nestipelate, opuse. Florile, tetramere, gamopetale și gamosepale, sunt grupate în inflorescențe cimoase sau racemoase. Androceul este format din două stamine, iar gineceul este bicarpelar, sincarp, superior (Fig. 122). Fructele sunt bace, drupe, capsule sau samare. În țara noastră vegetează spontan: *Fraxinus ornus* (Mojdrean), *Fraxinus angustifolia* (Frasin de luncă), *Fraxinus excelsior* (Frasin de munte), *Fraxinus pallisiae* (Frasin pufos), *Syringa vulgaris* (Liliac), *Syringa josikaea* (Liliac transilvănean), *Jasminum fruticans* (Iasmin), *Ligustrum vulgare* (Lemn câinesc). Cu importanță alimentară deosebită este *Olea europaea* (Măslinul) – arboraș mediteranean cultivat din cele mai vechi timpuri (Fig. 123). Dintre plantele ornamentale menționăm

Forsythia sp. (Ploaie de aur), arbust cu flori galbene, mari, care apar primăvara devreme, înainte frunzelor. Liliacul transilvănean este specie strict protejată.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Lamiales / Gentiananae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Oleales / Lamianae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Lamiales / Euasteride I

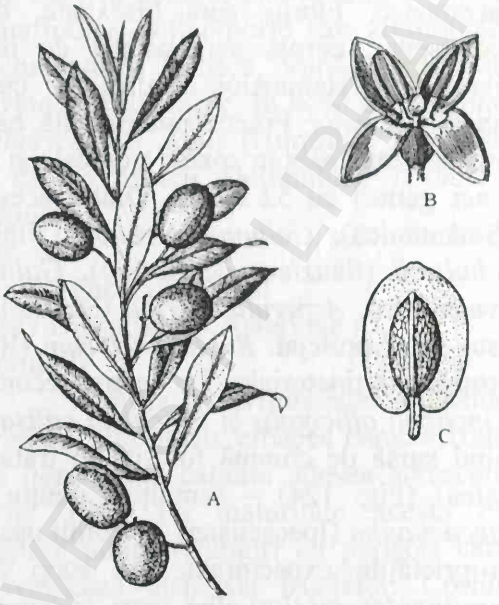


Fig. 123. *Olea europaea*: A. ramură cu fructe, B. floare, C. fruct secționat longiutudinal (după Strasburger et al. 1961, p. 614)

Ordinul **Campanulales** grupează preponderent plante erbacee care conțin adesea laticifere şi inulină. Florile sunt pentamere, actinomorfe sau zigomorfe, gamopetale, cu corola în formă de clopot. Staminele au filamentele libere, în timp ce anterele sunt crescute între ele, cel puțin în stadiile tinere. Gineceul este sincarp, inferior. Fructul este o capsulă. Ordinul însumează peste 2500 specii din 7 familii.

Reprezentativă este familia ***Campanulaceae*** cu peste 2000 specii cosmopolite. Acestea au frunze simple, de obicei alterne, nestipelate. Florile sunt hermafrodite, actinomorfe, pentamere, gamosepale şi gamopetale, cu caliciul persistent. În flora României sunt opt genuri cu 39 specii. Cele mai multe (24) aparțin genului *Campanula* (Clopoței). Printre cele mai comune specii se află *Campanula persicifolia*, *Campanula carpatica* (Cădelniță), *Campanula sibirica*, *Campanula glomerata* (Ciucure), *Campanula rapunculoides*, *Phyteuma orbiculare* (Bănică, Schinuță). Trei dintre campanulaceele din România sunt strict protejate: *Adenophora liliifolia*, *Campanula romanica* (Clopoțel dobrogean) şi *Campanula serrata* (Clopoțel).

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Campanulales / Asteranae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Campanulales / Asteranae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Asterales / Euasteride II

Ordinul **Rubiales** grupează preponderent specii lemnoase şi mai puțin erbacee, cu frunze opuse, simple, întregi, pețiolate. Florile sunt bisexuate, epigine, tetra- sau pentamere, grupate în diferite tipuri de inflorescențe. Fructul este variat. Ordinul cuprinde două familii, Rubiaceae şi Theligoniaceae. Aceasta din urmă are doar trei specii şi în cele mai multe sisteme de clasificare este inclusă în Rubiaceae.

Familia ***Rubiaceae*** cuprinde atât specii lemnoase, cât şi erbacee cu frunze stipelate, simple şi opuse. Stipelele plantelor erbacee sunt adesea asemănătoare cu frunzele şi sunt dispuse în verticile. Florile sunt grupate în inflorescenţe cimoase sau racemoase. Florile sunt bisexuate, de obicei actinomorfe, 4-5-mere, caliciu gamosepal, corola gamopetală, de obicei tubuloasă, androceu izostemon, cu filamentele staminelor concrescute cu corola, gineceul este adesea bicarpelar, sincarp, inferior. Fructul este capsulă, bacă sau drupă. Se cunosc peste 10200 specii, prezente mai ales în zonele tropicale şi subtropicale. În ţara noastră sunt cunoscute cinci genuri cu 52 specii. Dintre acestea mai frecvente sunt: *Cruciata laevipes* (Smântânică), *Galium odoratum* (Vinariţă), *Galium verum* (Sânziene), *Galium schultesii* (Sânziene de pădure), *Galium aparine* (Turiţă, Lipicioasă), *Asperula cynanchica*, *Asperula taurina* (Steluţe). Dintre speciile rare, *Galium moldavicum* este strict protejat. *Rubia tinctorum* (Roibă) este de origine mediteraneană şi are proprietăţi tinctoriale. De interes economic mondial sunt *Cinchona succirulera*, *Cinchona officinalis* şi *Cinchona calisaya* (Arbori de chinină) – ritidomul acestora fiind sursă de chinină folosită în tratarea malariei, *Coffea arabica* (Arborele de cafea) (Fig. 124) – seminţele conţin alcaloizi cu efect stimulator, *Psychotria ipecacuanha* (Ipecacuana) – rizomii uscaţi se folosesc în medicină în special pentru proprietăţile expectorante. În scop decorativ se folosesc frecvent *Gardenia jasminoides*, cu flori albe, mari, şi *Ixora coccinea*, cu flori roşii grupate în corimbe terminale (Preda 1989).

Fig. 124. *Coffea arabica*: a. ramură cu flori, b. floare, c. fruct, d-e. seminţe (după Strasburger et al. 1961, p. 623)

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Gentianales / Gentiananae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Gentianales / Gentiananae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Gentianales / Euasteride I

Ordinul **Dipsacales** cuprinde plante lemnoase şi erbacee, cu frunze simple sau compuse, adesea dispuse opus. Inflorescenţele sunt cimoase. Florile sunt bisexuate, actinomorfe sau zigomorfe, epigine, tetraciclice, tetra- sau pentamere, cu gineceu inferior, 2-5 carpelar. Fructele sunt variate, uscate sau cărnoase. Ordinul însumează circa 1000 specii, grupate în patru familii.

Familia ***Caprifoliaceae*** este reprezentată la noi de *Sambucus nigra*

(Soc), *Sambucus ebulus* (Boz), *Sambucus racemosa* (Soc roşu), *Viburnum opulus* (Călin), *Viburnum lantana* (Dârmoz), *Lonicera xylosteum* (Caprifoi), *Lonicera nigra* şi *Lonicera caerulea*. Caprifoliaceele sunt în general plante lemnoase, cu frunze opuse. Florile sunt bisexuate, hermafrodite, actinomorfe sau zigomorfe, pentamere, gamosepale şi gamopetale. Fructul este de tip bacă, drupă, achenă sau capsulă. Bozul, Socul şi Călinul sunt utilizate în fitoterapie. În scop ornamental sunt folosite specii exotice precum *Symphoricarpos albus* (Hurmuz), *Diervilla florida* (Veigela), *Lonicera caprifolium* (Mâna Maicii Domnului), *Lonicera tatarica* (Caprifoi tătărăsc), *Kolkwitzia amabilis* ş.a.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Dipsacales / Cornanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Dipsacales / Dipsacanae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Dipsacales / Euasteride II

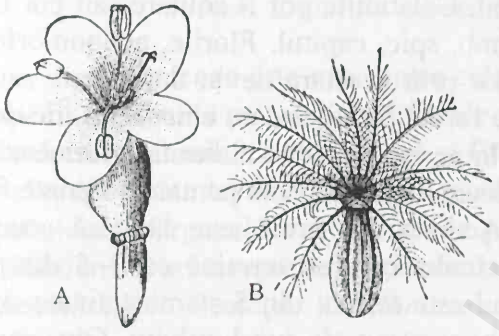


Fig. 125. *Valeriana officinalis*: A. floare, B. fruct (după Strasburger et al. 1961, p. 623)

Familia ***Valerianaceae*** cuprinde predominant plante erbacee caracterizate de flori având caliciul adesea acrescent (Fig. 125). La maturitate acesta dă naştere unor prelungiri cu perişori care favorizează dispersia fructelor. Corola este adesea labiată. Androceul este alcătuit din 4-1 stamine. Gineceul inferior este alcătuit din 3-1 carpele. Organele vegetative conţin uleiuri eterice, puţini alcaloizi, acizi organici şi enzime, ceea ce face ca aceste plante să aibă o acţiune fitoterapeutică importantă. În general sunt sedative. Sunt cunoscute circa 100 specii de valerianacee, cele mai multe răspândite în zonele temperate ale emisferei nordice. La noi sunt prezente două genuri cu 16 specii. Cea mai importantă este *Valeriana officinalis* (Odolean), plantă care vegetează prin tufărişuri şi biotopuri umede, mai ales în zona montană. Aceasta are principii active cu acţiune calmantă asupra sistemului nervos şi hipotensivă (Mocanu & Răducanu 1986).

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Dipsacales / Cornanae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Dipsacales / Dipsacanae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Dipsacales / Euasteride II

Familia ***Dipsacaceae*** însumează aproape 300 specii erbacee, cele mai multe mediteraneene, cu frunze opuse, nestipelate. Inflorescenţele sunt capitule înconjurate la bază de foliole involucrale. Florile sunt în general însoţite de bractee scvamiforme, astfel încât receptaculul este scvamos. Caliciul este gamosepal, persistent. Corola este tubuloasă, cu 4–5 lobi. Androceul este format din patru stamine. Gineceul este bicarpelar, sincarp, inferior. Fructul este achenă.

În flora României sunt 21 specii grupate în şase familii. Cele mai răspândite sunt *Dipsacus fullonum* (Varga ciobanului), *Knautia dipsacifolia* (Muşcata dracului) şi *Scabiosa ochroleuca* (Sipică). Unele dipsacacee pot avea valoare ornamentală (ex. *Scabiosa atropurpurea*).

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Dipsacales / Cornanae / Dicotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Dipsacales / Dipsacanae / Asteridae s.l.
APG II (2003) – Dipsacales / Euasteride II

Ordinul **Asterales** cuprinde o singură familie – ***Asteraceae*** (Compositae). Aceasta grupează plante erbacee, rar arbustive, arborescente sau liane cactoide, cu frunze simple, întregi sau divizate, dispuse de obicei altern. Florile sesile sunt dispuse pe un receptacul lățit sau bombat formând o inflorescență numită calatidiu sau antodiu (Fig. 126). Aceasta este protejată la exterior de unul sau mai multe rânduri de bractee care alcătuiesc involucrul. Calatidiile pot fi solitare sau pot fi grupate în inflorescențe de tip racem, corimb, spic, capitul. Florile, actinomorfe sau zigomorfe, sunt de obicei bisexuate, dar prin avortare devin unisexuate sau sterile. Caliciul este totdeauna redus, fie are formă de creastă cu cinci dinți, fie de membrană neregulată, fie este transformat în perişori care la maturitate formează în vârful fructului papusul ce favorizează diseminarea. Corola pentameră poate fi tubuloasă, labiată, pâlniată sau ligulată. Aceasta din urmă este la bază scurt tubulată apoi prezintă o parte lățită ca o limbă care se termină cu 3–5 dinți, indicând numărul petalelor unite. Androceul este format din 5 stamine fixate de tubul corolei prin filamente şi au anterele concrescute în jurul stilului. Gineceul este bicarpelar, sincarp, inferior, cu un stil bifurcat în două stigmate. Fructul este achenă cu sau fără papus (Fig. 127). Papusul poate fi sesil sau prevăzut cu un rostru; poate fi simplu sau plumos. Unele asteracee au laticifere. Altele sintetizează, ca substanță de rezervă, inulina (polizaharid).

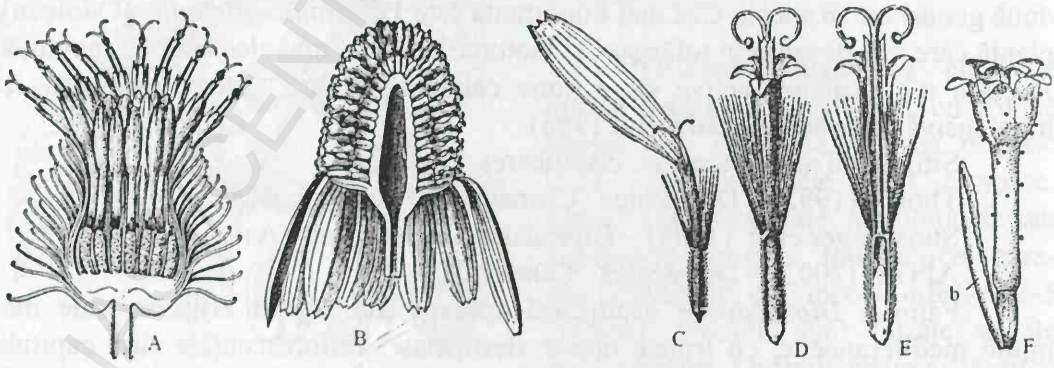


Fig. 126. Asteraceae: A. secțiune longitudinală prin inflorescență de *Arctium lappa*, B. secțiune longitudinală prin inflorescență de *Chamomilla*, C. floare ligulată, D-E. flori tubuloase, F. floare tubuloasă cu bractee la bază (după Strasburger et al. 1961, p. 626)

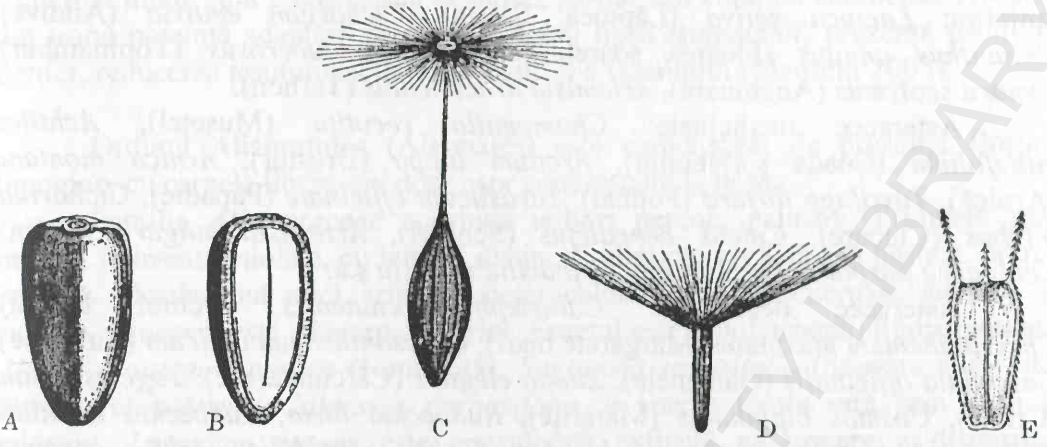


Fig. 127. Asteraceae – tipuri de achene: A-B. *Helianthus annuus*, C. *Lactuca virosa*, D. *Hieracium virosum*, E. *Bidens tripartitus* (după Strasburger et al. 1961, p. 627)

Asteraceae este una dintre cele mai mari familii, cuprinzând circa 22750 specii răspândite pe tot globul. Unele sisteme de clasificare divizează asteraceele în două subfamilii: **Asteroideae** şi **Cichoroideae**. Prima cuprinde specii care au calatidii alcătuite atât din flori tubuloase cât şi ligulate, sau numai din flori tubuloase. Organele vegetative ale plantelor din această subfamilie nu conţin laticifere. Dintre reprezentanţii prezenţi în flora României menţionăm: *Carduus acanthoides* (Scaieţi), *Cirsium arvense* (Pălămida), *Onopordum acanthium* (Scaiul măgarului), *Arctium lappa* (Brustur), *Centaurea austriaca*, *Tussilago farfara* (Podbal), *Bellis perennis* (Bănuţel), *Leucanthemum vulgare* (Margareta), *Achillea millefolium* (Coada şoricelului), *Inula helenium* (Iarba mare), *Leontopodium alpinum* (Floare de colţi, Floarea reginei) ş.a. Subfamilia Cichoroideae grupează plante care au calatidii alcătuite numai din flori ligulate. Organele vegetative conţin laticifere articulate, dar sunt lipsite de glande secretoare de uleiuri eterice. Printre speciile spontane în flora ţării noastre se numără şi: *Taraxacum officinale* (Păpădie), *Cichorium intybus* (Cicoarea), *Chondrilla juncea* (Mestică), *Hieracium aurantiacum* (Volturică), *Sonchus arvensis* (Susai). Unele specii sunt foarte rare ceea ce a determinat protecţia lor strictă: *Centaurea jankae* – endemică în Dobrogea, *Centaurea pontica* – endemică în Delta Dunării, *Ligularia sibirica* – sporadică în lungul văilor montane, *Cirsium brachycephalum* – rară în mlaştini din vestul ţării şi *Serratula lycopifolia* – rară prin pajişti din Transilvania şi Dobrogea. Foarte multe dintre asteraceele exotice de la noi au caracter invaziv. Printre acestea se numără: *Ambrosia artemisiifolia*, *Conyza canadensis* (Bătrâniş), *Erigeron annuus* s.l. (Bunghişor american), *Helianthus tuberosus* (Topinambur), *Iva xanthiifolia*, *Solidago canadensis* (Sânziene de grădină, Sânziene canadiene), *Xanthium italicum* (Cornuţi), *Xanthium spinosum* (Holeră).

BABEŞ-BOLYAI UNIVERSITY LIBRARY

Asteraceele au o valoare economică deosebită. Dintre plantele alimentare amintim: *Lactuca sativa* (Lăptuca, Salata), *Cichorium endivia* (Andive), *Helianthus annuus* (Floarea soarelui), *Helianthus tuberosus* (Topinambur), *Cynara scolymus* (Anghinare), *Artemisia dracunculus* (Tarhon).

Asteracee medicinale: *Chamomilla recutita* (Muşeţel), *Achillea millefolium* (Coada şoricelului), *Arctium lappa* (Brustur), *Arnica montana* (Arnică), *Tussilago farfara* (Podbal), *Taraxacum officinale* (Păpădie), *Cichorium intybus* (Cicoare), *Cnicus benedictus* (Schinel), *Artemisia vulgaris* (Pelin), *Echinacea purpurea* (Echinacea), *Grindellia robusta* ş.a.

Asteracee decorative: *Callistephus chinensis* (Ochiul boului), *Chrysanthemum maximum* (Margarete mari), *Chrysanthemum indicum* (Tufănele), *Calendula officinalis* (Gălbenele), *Zinnia elegans* (Cârciumărese), *Tagetes patula* (Crăiţe), *Cosmos bipinnatus* (Mărăriţe), *Rudbeckia hirta*, *Rudbeckia laciniata* (Mărită-mă mamă), *Gaillardia hybrida*, *Dahlia variabilis*, *Dahlia coccinea* (Dalie), *Aster novae-angliae*, *Helichrysum bracteatum* (Imortele) ş.a.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Asterales / Asteranae / Dicotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Asterales / Asteranae / Asteridae s.l.

APG II (2003) – Asterales / Euasteride II

Clasa Liliopsida (Liliatae, Monocotyledonatae)

Constituie un grup destul de mare, cu peste 2600 genuri şi circa 55800 specii (Mabberley 1997), cuprinzând aproximativ 28% dintre angiosperme (Nabbors 2004). Principalul caracter al reprezentanţilor acestei clase este embrionul cu un singur cotiledon. Angiospermele monocotiledonate sunt plante predominant erbacee (excepţie fac palmierii şi unele specii arbustive sau liane), ramificate mai ales monopodial. Rădăcina primară dispare de timpuriu şi este suplinită de rădăcini adventive, adesea fasciculate. Tulpina este prevăzută cu un cilindru central de tip atactostel, cu fascicule colateral închise (cambiul vascular este absent). Creşterea secundară, în grosime, lipseşte. Frunzele sunt în general simple şi nestipelate, cu nervaţiune paralelă sau arcuată şi doar foarte rar reticulată (ex. familia Araceae). Florile sunt frecvent haplochlamideice, pe tipul trei, rar patru şi niciodată pe tipul cinci. Polenul este monoaperturat. Nu se cunosc specii parazite în cadrul acestei clase. Reprezentanţii ordinului Triuridales sunt lipsiţi de clorofilă, dar sunt micotrofi (Cronquist 1981). Interesant este faptul că printre liliopside se află plantele cu cele mai mici seminţe (orchideele), dar şi plante cu cele mai mari seminţe cunoscute (palmierii din genul *Lodoicea*). Clasa Liliopsida cuprinde următoarele subclase: Alismatidae, Arecidae, Commelinidae, Zingiberidae, Liliidae.

Clasificare, reprezentanţi

SUBCLASA ALISMATIDAE (ALISMIDAE) cuprinde plante monocotiledonate al căror gineceu este alcătuit din carpele libere (policarpice).

Cele mai multe sunt palustre sau acvatice, parțial sau complet submerse. Acestea din urmă prezintă adaptări specifice precum lipsa stomatelor, prezența țesutului aerifer, reducerea țesutului sclerenchimatic și a floemului (Mauseth 2003).

Ordinul **Alismatales** (Alismales) este caracterizat de prezența florilor hipogine, cu carpele libere sau doar ușor concrescute la bază.

Familia ***Alismataceae*** cuprinde ierburi perene, palustre. Frunzele sunt întregi, frecvent pețiolate, cu lamină distinctă, eliptică, sagitată sau hastată, arcuat nervată. Florile sunt mici, trimere, heterochlamidee, cu numeroase stamine și carpele. Gineceul este apocarp, superior. Fructul este o poliachenă. Reprezentanți: *Alisma plantago-aquatica* (Limbariță), *Sagittaria sagittifolia* (Săgeata apei) etc. Strict protejată este *Caldessia parnasifolia*, o specie foarte rară prin bălți și mlaștini. *Luronium nutans* este considerată extinctă ca urmare a dispariției habitatului în care creștea (Ciocârlan 2000).

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Alismatales / Alismatanae / Monocotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Alismatales / Alismatidae

APG II (2003) – Alismatales / monocotiledonate

Familia ***Butomaceae*** cuprinde, de asemenea, plante perene, palustre, dar frunzele sunt liniare, nediferențiate în pețiol și lamină. Rizomul acestora este comestibil. Familia cuprinde o singură specie – *Butomus umbellatus* (Crin de baltă) – răspândită în zonele temperate eurasiatice.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Alismatales / Alismatanae / Monocotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Alismatales / Alismatidae

APG II (2003) – Alismatales / monocotiledonate

Ordinul **Hydrocharitales** este reprezentat de familia ***Hydrocharitaceae*** care cuprinde plante acvatice submerse sau parțial emerse, caracterizate de frunze opuse sau verticilate, flori adesea unisexuate, cu perigon sepaloid și ovar tricarpelar, sincarp, inferior. Fructul este o bacă multispermă. Reprezentanți: *Hydrocharis morsus-ranae* (Iarba broaștei), *Vallisneria spiralis* (Sârmuliță), *Elodea canadensis* (Ciuma apei) etc. Menționăm aici pe *Elodea nuttallii*, specie invazivă care în ultimii ani a înlocuit *Elodea canadensis* (Anastasiu & Negrean 2007).

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Alismatales / Alismatanae / Monocotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Hydrocharitales / Alismatidae

APG II (2003) – Alismatales / monocotiledonate

Ordinul **Najadales / Potamogetonales** grupează plante perene acvatice sau palustre, cu flori mici, hipogine, bisexuate sau unisexuate, cu periant

nediferențiat în caliciu și corolă, uneori absent. Fructele sunt de tip polifoliculă, achenă, poliachenă, drupă.

Fig. 128. *Potamogeton* sp. – fragment cu frunze și inflorescență racemoasă (după Strasburger et al. 1961, p. 631)

Familia ***Potamogetonaceae*** cuprinde ierburi perene submerse sau natante, cu frunze întregi și absorbante, dispuse altern, cu stipele ligulate, concrescute în formă de teacă. Florile sunt mici, dispuse axilar, solitar sau grupate în inflorescențe racemoase (Fig. 128), bisexuate, adesea apetale și tetramere. Ovarul este superior, apocarp. Fructul este o achenă sau poliachenă. Reprezentanți: *Potamogeton crispus* (Broscăriță), *Potamogeton lucens* (Broasca apei) etc. Speciile acestei familii pot fi folosite pentru hrana animalelor sau ca îngrășământ natural.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Potamogetonales / Alismatanae / Monocotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Najadales / Alismatidae

APG II (2003) – Alismatales / monocotiledonate

Familia ***Ruppiaceae*** grupează plante de asemenea acvatice, unele dintre ele răspândite în zone marine costiere, fixate de substrat. Tulpina este complet submersă, filiformă, ramificată monopodial în partea inferioară și simpodial în cea superioară. Țesutul conducător lipsește. Frunzele sunt alterne sau opuse, liniare sau setacee, la bază lățite într-o teacă evidentă. Florile sunt foarte mici, lipsite de periant, grupate în spice terminale. Staminele sunt două, carpelele frecvent patru. Fructele sunt ovoidale, drupacee. Familia are un singur gen – *Ruppia*, cu câteva specii răspândite în apele temperate și subtropicale. Cea mai frecventă specie este *Ruppia maritima* (Ața de mare) care crește în ape sărate din lacuri puțin adânci (Ciocârlan 2000).

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Potamogetonaceae/ Potamogetonales / Alismatanae / Monocotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Potamogetonaceae / Najadales / Alismatidae

APG II (2003) – Alismatales / monocotiledonate

Familia ***Najadaceae*** grupează plante acvatice anuale, submerse, fixate de substrat. Tulpinile sunt slab ramificate, cu țesutul conducător redus sau chiar absent. Frunzele sunt opuse sau aparent verticilate, liniare sau subulate, cu marginile întregi sau denticulate. Florile sunt foarte mici, de obicei solitare, axilare, unisexuate. Florile bărbătești prezintă o stamină înconjurată de un periant redus. Florile femeiești sunt lipsite de periant și au un singur ovar unilocular, uniovulat. Fructele sunt indehiscente, cu un pericarp foarte subțire care înconjură sămânța. Familia are un singur gen – *Najas*, cu circa 32 de specii cosmopolite. La noi mai frecvente sunt *Najas marina* (Inarița mare) și *Najas minor* (Inarița mică).

Situația în alte sisteme de clasificare:
Strasburger et al. (1998) – Najadales / Alismatidae
APG II (2003) – speciile acestei familii sunt incluse în Hydrocharitaceae

Familia ***Zosteraceae*** grupează ierburi marine submerse, perene. Sunt fixate de substrat prin rizomi groşi, târâtori. Frunzele sunt alterne, liniare sau filiforme, cu marginile întregi. Florile sunt mici, unisexuate, lipsite de periant, cu o singură stamină, respectiv un singur ovar. Sunt grupate în inflorescențe situate pe o axă pseudofoliacee inclusă în teaca vaginantă a frunzelor. Fructele sunt mici, drupacee. Sunt cunoscute trei genuri din această familie: *Heterozostera*, *Phyllospadix* şi *Zostera*, cu specii răspândite atât în ape calde, cât şi reci. La țărmul Mării Negre şi în lacurile litorale cresc *Zostera marina* (Iarbă de mare) şi *Zostera noltii*, prezența acestora este însă foarte rară datorită impactului antropic ridicat asupra habitatelor lor. Frunzele uscate de Iarbă de mare au numeroase utilizări: hrană pentru peşti şi păsări, îngrăşământ natural, umplutură pentru perne şi saltele, ambalaj pentru obiecte fragile.

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Potamogetonales / Alismatanae / Monocotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Najadales / Alismatidae
APG II (2003) – Alismatales / monocotiledonate

SUBCLASA ARECIDAE grupează plante care au inflorescența un spadice gros, cu flori mici, frecvent unisexuate, mai rar bisexuate. Acest tip de inflorecență este perfect adaptat la polenizarea anemofilă, entomofilă, ornitofilă. Periantul este mai mult sau mai puțin dezvoltat, sau chiar lipseşte. Staminele şi carpelele variază ca număr în cadrul subclasei (una până la numeroase stamine, respectiv una-trei carpele). Fructele sunt frecvent bace sau drupe, adesea multiple.

Ordinul **Arecales** este reprezentat de familia ***Arecaceae*** (Palmae) care grupează palmierii – plante cu tulpina de tip stip, lignificată şi îngroşată prin tecile frunzelor căzute. Frunzele mari, penat sau palmat divizate, sunt dispuse în vârful tulpinii. Florile au perigonul redus, androceul alcătuit de 6 sau 3 stamine, gineceul tricarpelar, sincarp, superior. Fructul este o drupă sau achenă. Singurii palmieri care cresc spontan în Europa sunt *Chamaerops humilis* (Palmier pitic) şi *Phoeonix theophrasti* (Palmier de Creta). Printre palmierii cu importanță economică se numără: *Phoenix dactylifera* (Curmalul), *Cocos nucifera* (Cocotier), *Elaeis guineensis* (Palmier de ulei), *Raphia farinifera* (Palmier de rafie), *Metroxylon sagu* (Palmier de sago), *Ceroxylon alpinum* (Palmier de ceară) ş.a. Unele specii sunt folosite pentru calitățile lor ornamentale, fie ca plante de interior, fie pentru decorarea grădinilor, parcurilor, sau arbori de aliniament în lungul străzilor, bulevardelor: *Washingtonia filifera*, *Phoenix dactylifera*, *Trachycarpus fortunei*, *Roystonea regia* etc.

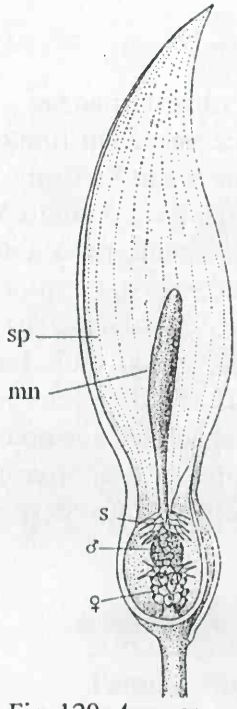


Fig. 129. *Arum* sp. – inflorescență (sp – spat, mn – organ de manifestațiune, s – flori sterile (după Strasburger et al. 1961, p. 562)

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Arecales / Aracanae / Monocotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Arecales / Arecidae
APG II (2003) – Arecales / Comelinide

Ordinul **Arales** cuprinde plante erbacee având spadicele învelit într-un spat foliaceu, adesea colorat, foarte decoarativ (Fig. 129). Florile sunt unisexuate sau bisexuate, cu periant absent sau prezent, format din tepale concrescute, cu 1–6 stamine şi (2) – 3(-15) carpele unite.

Familia ***Araceae*** cuprinde plante ierboase cu frunze mari şi nervațiune reticulată (ca la dicotiledonate). Fructul este o polibacă. Reprezentanți din flora țării noastre: *Arum orientale*, *Arum maculatum* (Rodul pământului), *Calla palustris* (Coada zmeului). Foarte multe Araceae au importanță economică ridicată, mai ales în zonele tropicale, unde aceste plante sunt folosite în alimentație, rizomii lor fiind surse importante de amidon: *Alocasia macrorrhizos* (Taro uriaş), *Amorphophallus campanulatus* (Cartoful elefantului), *Colocasia esculenta* (Taro). Dintre speciile cultivate în scop ornamental amintim: *Monstera deliciosa*, *Spathyphyllum floribundum*, *Anthurium andraeanum* (Floare Flamingo), *Caladium bicolor*, *Aglaonema commutatum*, *Philodendron* sp., *Dieffenbachia* sp. Ultimile două conțin substanțe toxice, de aceea trebuie evitată folosirea lor în locuințe în care se află copii sau animale de companie.

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Arales / Aranae / Monocotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Arales / Aridae
APG II (2003) – Alismatales / monocotiledonate

Familia ***Lemnaceae*** grupează cele mai mici angiosperme. Sunt plante acvatice, natante, cu tulpina redusă la un disc plutitor (Fig. 130). Frunzele lipsesc. Rădăcina este filiformă, lipsită de perişori absorbanți, dar cu caliptră. Florile sunt microscopice, nude, unisexuate, protejate de un spat membranos, asemănător unei cupe. Înmulțirea acestor plante se face mai ales pe cale vegetativă, prin înmugurire (Pop et al. 1983). Reprezentanți: *Lemna minor* (Lintiță), *Wolffia arrhiza*, *Spirodela polyrhiza*. Speciile de Lintiță se folosesc frecvent pentru furajarea bobocilor de rață şi gâscă.

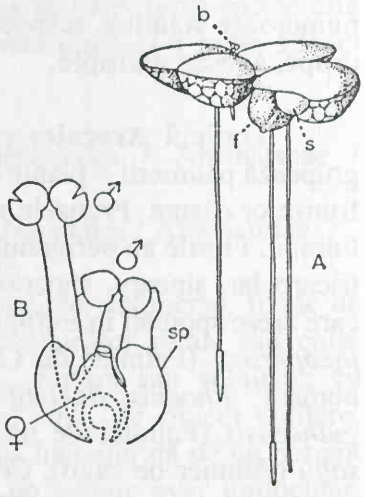


Fig. 130. *Lemna* sp.: A. habitus (b – floare, f – fruct), B. inflorescență (sp – spat) (după Strasburger et al. 1961, p.)

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Arales / Aranae / Monocotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Arales / Aridae
APG II (2003) – speciile acestei familii sunt incluse în Araceae

SUBCLASA COMMELINIDAE grupează plante erbacee, cu frunze alterne, simple, frecvent întregi, cu nervațiune paralelă. Florile sunt hipogine, unisexuate sau bisexuate. Periantul este trimer și diferențiat în sepale și petale la familiile arhaice și este redus sau lipsește la familiile evoluate. Staminele și carpelele sunt frecvent câte trei. Carpelele sunt concrescute. Florile sunt adaptate la polenizarea anemofilă. Doar la reprezentanții primitivi polenizarea este entomofilă. Fructele sunt de obicei uscate (ex. capsulă, cariopsă), mai rar cărnoase (ex. bacă).

Ordinul **Commelinales** este reprezentat de familia ***Commelinaceae*** care grupează ierburi tropicale, rar epifite, cu frunze alterne și vaginante. Florile sunt hipogine, bisexuate, trimere, situate axilar sau terminal, bracteate. Perigonul este frecvent petaloid. Staminele sunt șase, dispuse în două cicluri de câte trei. Cele trei carpele sunt concrescute formând un ovar trilocular, superior. Formula florală este: $P_{3+3}A_{3+3}G_{(3)}$. Fructul este o capsulă loculicidă. Speciile acestei familii sunt răspândite în zonele tropicale și subtemperate. La noi se găsec doar cultivate ca plante de apartament sau grădină. *Commelina communis* este adesea sălbăticită prin grădini și locuri ruderale. Se remarcă prin perigonul albastru, ușor zigomorf. *Tradescantia zebrina* (Telegraf) are tulpini pendente, frunze argintiu dungate și flori mici, roșii-purpurii.

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Commelinales / Commelinanae / Monocotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Commelinales / Commelinanae / Commellindae
APG II (2003) – Commelinales / Commelinide

Ordinul **Juncales** este reprezentat de familia ***Juncaceae*** care cuprinde ierburi perene, mai rar anuale, cu frunze alterne, liniare sau cilindrice, formate din teacă și limb, uneori reduse numai la teci. La joncțiunea dintre teacă și limb se află o pereche de auricule care uneori pot fi confluente într-o ligulă scurtă, adaxială. Florile sunt bisexuate, actinomorfe, cu perigon sepaloid, androceu alcătuit din șase stamine și gineceu tricarpelar, sincarp, superior: $P_{3+3}A_{3+3;}\ {}_3G_{(3)}$ (Fig. 131). Fructul este o capsulă

Fig. 131. *Juncus* sp.: A. ramură cu inflorescențe, B. floare, C. gineceu (după Strasburger et al. 1961, p. 635)

loculicidă. Familia Juncaceae are circa 430 specii răspândite mai ales în zonele temperate şi reci. La noi în ţară sunt prezente specii ale genurilor *Juncus* şi *Luzula*. Dintre cele mai comune amintim *Juncus gerardi* (Rugină) – frecvent în sărături umede, şi *Luzula luzuloides* (Mălaiul cucului) – frecvent în păduri din zona de munte.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Juncales / Commelinanae / Monocotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Juncales / Juncanae / Commelinidae
APG II (2003) – Poales / Commelinide

Fig. 132. *Carex riparia*: A. habitus, B. floare masculină, C-D. floare feminină (după Strasburger et al. 1961, p. 636)

Ordinul **Cyperales** grupează ierburi anuale sau perene. Frunzele sunt liniare, cu teacă vaginantă închisă sau deschisă şi nervaţiune paralelă. Între teacă şi limbul foliar adesea se află o ligulă adaxială. Florile sunt mici, bisexuate sau unisexuate, grupate în spiculeţe care la rândul lor sunt organizate în inflorescenţe compuse. Învelişul floral este reprezentat de mici solzi, sete (peri) sau lipseşte. Androceul este în general format din trei stamine, iar gineceul din trei carpele concrescute. Polenizarea este anemofilă. Fructul este de regulă indehiscent, uscat (achenă, cariopsă), cu o singură sămânţă.

Familia ***Cyperaceae*** cuprinde ierburi hidrofile, perene, cu tulpina trimuchiată, plină cu măduvă. Frunzele sunt liniare, cu teacă vaginantă închisă. Florile sunt adesea unisexuate, nude (lipsite de periant). Androceul este format de regulă din trei stamine, iar gineceul este tricarpelar, sincarp, superior. Fructul este o achenă utriculată (utricula este o bractee cu aspectul unui urcior). Se cunosc circa 4350 specii ce aparţin acestei familii. Ele sunt raspândite mai ales în zonele temperate. În flora ţării noastre cea mai mare reprezentare o are genul *Carex* cu circa 90 de taxoni. Dintre speciile mai comune de Cyperaceae amintim: *Carex vulpina*, *Carex praecox*, *Carex divulsa* (Rogoz), *Carex riparia* (Fig. 132), *Carex distans*, *Schoenoplectus lacustris* (Pipirig), *Scirpus sylvaticus* (Pipirig), *Scirpus maritimus* (Rogoz, Şovar), *Eriophorum angustifolium* (Bumbăcăriţă) (Fig. 133),

Eleocharis palustris (Pipiriguț). Importanța economică a ciperaceelor este redusă. Unele specii au rizomi tuberoşi comestibili (*Cyperus esculentus*, *Cyperus papyrus*, *Eleocharis dulcis*). Tulpinile de *Cyperus papyrus* erau folosite cu circa 4000 de ani în urmă pentru obținerea papirusului.

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Juncales / Commelinanae / Monocotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Cyperales / Juncanae / Commelinidae

APG II (2003) – Poales / Commelinide

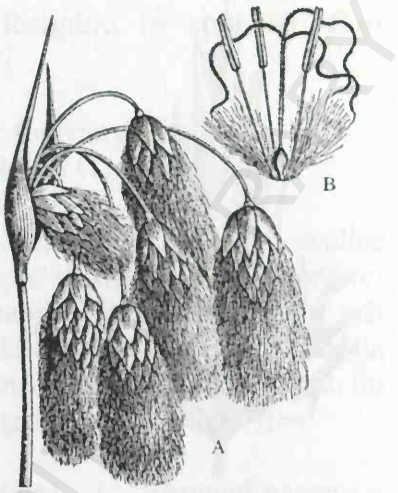


Fig. 133. *Eriophorum angustifolium*: A. fragment de tulpină cu infructescențe, B. Floare (după Strasburger et al. 1961, p. 636)

Familia ***Poaceae*** (Gramineae) este una dintre cele mai bogate în specii – circa 9500 (Mabberley 1997). Cuprinde ierburi cu rădăcini fasciculate şi tulpina de aspectul unui pai (culm) alcătuită din noduri pline şi internoduri lacunare. Frunzele sunt liniare, alterne, cu nervurile paralele. Prezintă teacă vaginantă care, spre deosebire de ciperacee, este despicată. Între limb şi teacă se găsesc adesea două auricule şi o ligulă care poate fi membranoasă sau redusă la peri. Gramineele generează lăstari de înfrățire de la nodurile bazale. Aceştia pot fi:

– intravaginali – plantele cu astfel de lăstari formează tufe dese;

– extravaginali – plantele cu astfel de lăstari formează tufe rare;

– repenți – plantele prezintă în acest caz stoloni.

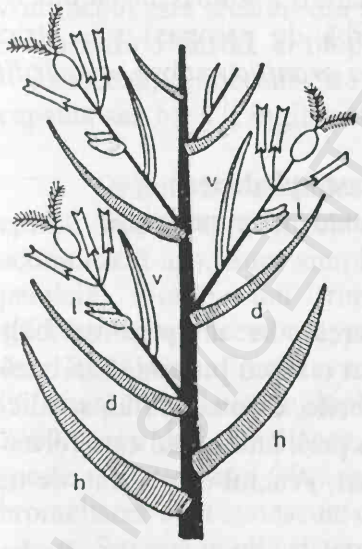


Fig. 134. Poaceae – schema spiculețului: l – lodicule, v – palee, d – lemă, h – glume (după Strasburger et al. 1961, p. 637)

Florile sunt bisexuate, rar unisexuate sau sterile, trimere, cu perigon redus la două lodicule şi o palee (palee superioară), 3 stamine şi gineceu tricarpelar sincarp superior cu două stigmate păroase. La baza florii se află o bractee numită lemă (palee inferioară). Florile sunt grupate în spiculețe şi învelite de două glume inserate pe axa spiculețului (Fig. 134, 135). Spiculețele sunt grupate, la rândul lor, în:

– spic compus (spiculețele sunt sesile în acest caz);

– panicul spiciform (spiculețele sunt scurt pedunculate);

– panicul (spiculețele sunt lung pedunculate).

BCU IAŞI/CENTRALA UNIVERSITARĂ

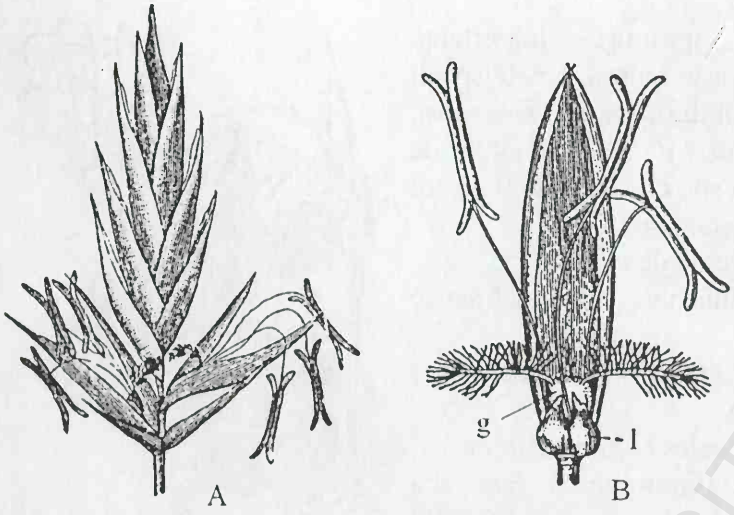


Fig. 135. Poaceae: A. spiculeț, B. floare (g – gineceu, l – lodicule) (după Strasburger et al. 1961, p. 638)

Fructul este o cariopsă şi doar excepțional poate fi bacă (*Choix lacrima-jovis*). Enumerăm câțiva reprezentanți din flora noastră spontană: *Arrhenatherum elatius* (Ovăscior), *Lolium perenne* (Zâzanie sau Iarbă de gazon), *Elymus repens* (Pir), *Alopecurus pratensis* (Coada vulpii), *Poa annuua* (Firuță), *Poa pratensis* (Firuță), *Festuca rubra* (Păiuş roşu), *Dactylis glomerata* (Golomăț), *Cynodon dactylon* (Pir gros) ş.a. Datorită importanței lor economice, la noi în țară se cultivă următoarele graminee: *Zea mays* (Porumb), *Triticum estivum* (Grâu), *Hordeum vulgare* (Orz), *Hordeum distichum* (Orzoaică), *Panicum miliaceum* (Mei), *Sorgum halepense* (Sorg), *Avena sativa* (Ovăz), *Oryza sativa* (Orez). Dintre speciile ornamentale menționăm: *Arundo donax* (Trestie italiană), *Phalaris arundinacea* subsp. *picta* (Iarbă albă), *Cortaderia selloana* (Iarbă de pampas) ş.a. Strict protejate de legislația europeană şi națională sunt *Poa granitica* subsp. *disparilis* (Firuța de munte) şi *Stipa danubialis* (Colilie).

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Poales / Commelinanae / Monocotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Poales / Commelinanae / Commelinidae
APG II (2003) – Poales / Commelinide

Ordinul **Typhales** cuprinde plante care cresc în mlaştini şi bălți (palustre). Au frunze spongioase, de formă liniară, cu o teacă puternică la bază. Florile sunt anemofile (sau autogame), unisexuate, sesile, dispuse pe un spadice lung, adesea cu spada caducă. Perigonul este redus la peri, androceul este format adesea din trei stamine, iar gineceul este monocarpelar. Fructul este uscat, de tip capsulă sau achenă.

Familia ***Typhaceae*** este reprezentată de specii ale genului *Typha*, cunoscute popular sub numele de papură: *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*, *Typha laxmanii*, *Typha minima*. Acestea au tulpini înalte, cu frunze ensiforme.

Spadicele este terminal şi poartă spre bază flori feminine, iar spre vârf flori masculine. Fructul este o capsulă mică, operculată.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Typhales / Commelinanae / Monocotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Typhales / Bromelianae / Commelinidae

APG II (2003) – Poales / Commelinide

Familia ***Sparganiaceae*** grupează plante cu flori dispuse verticilat pe spadice – spre bază sunt dispuse verticile de flori feminine, spre vârf sunt verticile de flori masculine. Fructul este compus, de tip poliachenă. Familia cuprinde un singur gen cu 14 specii răspândite din zonele temperate ale emisferei boreale până în Australia şi Noua Zeelandă. La noi sunt frecvente la marginea apelor stagnante sau lin curgătoare *Sparganium erectum* (Buzduganul apelor) şi *Sparganium emersum*.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Typhaceae / Typhales / Commelinanae / Monocotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Typhaceae / Typhales / Bromelianae / Commelinidae

APG II (2003) – Poales / Commelinide

SUBCLASA ZINGIBERIDAE conţine cele mai familiare plante decorative: bromeliile, Pasărea paradisului (*Strelitzia*), *Maranta*, *Calathaea*, *Heliconia*, *Canna*, *Zingiber*, *Hedychium* etc. Spre deosebire de alte monocotiledonate, zingiberidele se remarcă prin florile mari, polenizate de insecte, păsări sau lilieci. Sepalele şi petalele sunt câte trei, libere sau concrescute. Androceul este alcătuit din şase stamine dispuse pe două cercuri, uneori doar una singură fiind fertilă, în timp ce celelalte sunt transformate în staminodii petaloide (Cannaceae). Gineceul este tricarpelar, concrescut, superior. Fructele sunt de tip capsulă sau bacă. Zingiberidele sunt răspândite preponderent în zonele tropicale.

Ordinul **Bromeliales** cuprinde o singură familie – ***Bromeliaceae*** – cu plante epifite tropicale. Frunzele sunt adesea bazale, adunate în rozete în care se acumulează apa. Sunt simple, pe margini întregi sau spinos-serate, cu nervaţiune paralelă. Florile sunt trimere, hipogine, bisexuate, grupate în inflorescenţe spiciforme sau racemoase, prevăzute cu bractee strălucitor colorate. Formula florală este $P_{3+3}A_6G_{(3)}$. Fructele sunt bace sau, mai rar, capsule. La *Ananas comosus* (Ananas) fructul este multiplu, cărnos, alcătuit din numeroase bace. Se cunosc circa 2400 specii de bromeliacee, răspândite în zonele tropicale ale Americii. O singură specie – *Pitcairnia feliciana* – este din vestul Africii tropicale. Cele mai multe bromeliacee sunt cunoscute ca plante ornamentale de interior.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Bromeliales / Commelinanae / Monocotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Bromeliales / Bromelianae / Commelinidae

APG II (2003) – Poales / Commelinide

Ordinul **Zingiberales** cuprinde opt familii cu aproape 2000 de specii. Sunt plante perene, adesea cu rizomi puternici. Frunzele sunt dispuse distich sau spiralat. Adesea sunt foarte mari, cu teacă închisă sau deschisă, peţiol distinct şi limb foliar simplu, întreg, cu o nervură centrală evidentă de la care pornesc nervuri laterale dispuse penat. Inflorescenţa se află situată terminal pe tulpina principală sau pe o ramură scurtă care se dezvoltă direct de pe rizom. Florile sunt frecvent bisexuate, epigine, trimere, heterochlamidee. Staminele sunt de obieci câte şase, dar nu toate sunt fertile, fiind trasnformate în staminodii petaloide. Fructul este de tip capsulă sau, uneori, schizocarp, cărnos şi indehiscent.

Familia ***Zingiberaceae*** este cea mai numeroasă şi cuprinde ierburi perene răspândite în zonele tropicale (mai ales Indomalaiezia). Frunzele sunt dispuse distich, au teacă deschisă şi peţiol foarte lung. În mugure frunza este rulată dinspre una din laturi spre cealaltă. Florile corespund descrierii făcute în cadrul ordinului. Multe dintre speciile de zingiberacee sunt cunoscute ca plante aromatice. Printre ele se află *Zingiber officinale* (Ghimbir), *Elettaria cardamomum* (Nucşoară), *Curcuma longa* (Turmeric).

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Zingiberales / Commelinanae / Monocotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Zingiberales / Bromelianae / Commelinidae

APG II (2003) – Zingiberales / Commelinide

Familia ***Musaceae*** grupează ierburi înalte, asemănătoare unor arbori, cu rizom masiv, ramificat simpodial. Frunzele sunt foarte mari, dispuse spiralat. Tecile lor sunt strâns înfăşurate astfel încât formează un trunchi fals (pseudostem) din mijlocul căruia apare axul inflorescenţei. Florile sunt epigine, puternic nectarifere, bisexuate, dar funcţional unisexuate. Fructul este o bacă cu numeroase seminţe, acoperită de un exocarp subţire, separabil. Cel mai cunoscut gen al familiei este *Musa*. Speciile acestuia sunt utilizate ca plante comestibile – *Musa* × *paradisiaca* (Bananierul), ca sursă pentru fibre – *Musa textilis* (Abacá) sau în scop ornamental – *Musa basjoo*.

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Zingiberales / Commelinanae / Monocotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Zingiberales / Bromelianae / Commelinidae

APG II (2003) – Zingiberales / Commelinide

SUBCLASA LILIIDAE cuprinde monocotiledonate terestre, epifite, mai rar acvatice, adesea geofite (cu rizomi, tulbi, tubero-bulbi). Frunzele sunt alterne, rareori opuse sau verticilate, simple şi întregi, cu sau fără teacă, cu sau fără peţiol, uneori reduse doar la nişte solzi. Florile sunt hipogine sau epigine, bisexuate, mai rar unisexuate, cu nectarii, adaptate la polenizarea entomofilă. Tepalele sunt petaloide, de obicei câte şase, aşezate pe două cercuri. Androceul este format din una, trei sau şase stamine, iar gineceul este format din trei carpele concrescute. Frecvent fructele sunt de tip capsulă.

Ordinul **Liliales** cuprinde plante erbacee, rar arbuşti tropicali şi liane, adesea cu bulbi, rizomi sau tuberculi. Frunzele sunt alterne, simple, întregi. Florile sunt actinomorfe, bisexuate, cu perigon petaloid şi gineceu tricarpelar, sincarp, superior sau inferior. Fructul este capsulă, mai rar bacă sau drupă.

Familia ***Liliaceae***, în sistemul elaborat de Cronquist (1981), include o serie de specii care mai recent au fost reîncadrate în: Alliaceae, Agapanthaceae, Alstroemeriaceae, Amaryllidaceae, Asparagaceae, Asphodelaceae, Calochortaceae, Colchicaceae, Convallariaceae, Hyacinthaceae, Hemerocallidaceae, Hypoxidaceae, Melanthiaceae, Nartheciaceae, Phormiaceae, Ruscaceae, Themidiaceae, Tofieldiaceae, Trilliaceae, Uvulariaceae. Unele familii au fost transferate în ordinul Asparagales (Alliaceae, Trilliaceae, Asparagaceae, Asphodelaceae, Amaryllidaceae), în timp ce altele au rămas în ordinul Liliales (Colchicaceae, Iridaceae, Liliaceae). Caracterele lor generale se suprapun, în linii mari, cu cele ale ordinului în care sunt incluse. Foarte multe liliacee sunt cunoscute pentru importanța lor alimentară. Amintim aici specii precum *Allium cepa* (Ceapă), *Allium sativum* (Usturoi), *Allium porum* (Praz), *Asparagus officinalis* (Sparanghel). Dintre speciile ornamentale menționăm: *Hyacinthus orientalis* (Zambila), *Convallaria majalis* (Lăcrămioare), *Tulipa gesneriana* (Laleaua), *Narcissus poëticus* (Narcisă, Zarnacadea), *Lilium candidum* (Crinul). Printre speciile sălbatice în flora țării noastre se numără: *Allium ursinum* (Leurdă), *Lilium martagon* (Crin de pădure), *Asparagus tenuifolius* (Umbra iepurelui), *Tulipa sylvestris* (Lalea de pădure), *Scilla bifolia* (Viorea), *Colchicum autumnale* (Brânduşa de toamnă) (Fig. 136), *Gagea pratensis* (Ceapa ciorii), *Polygonatum odoratum* (Pecetea lui Solomon), *Fritillaria orientalis* (Lalea pestriță), *Erythronium dens-canis* (Măseaua ciutei), *Galanthus nivalis* (Ghiocel), *Leucojum vernum* (Ghiocei bogați). Multe liliacee sunt puternic otrăvitoare. Aşa sunt, de exemplu *Veratrum album* (Ştirigoaie) şi *Colchicum autumnale* (Brânduşa de toamnă), specii care cresc prin pajişti de munte. *Colchicum arenarium* (Brânduşa de nisip) şi *Tulipa hungarica* (Lalea) sunt strict protejate.

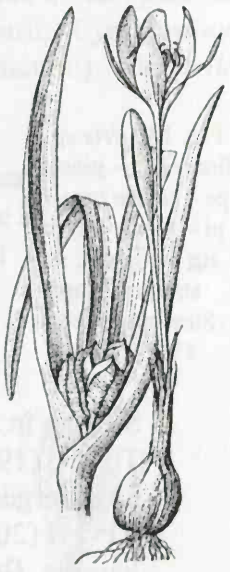


Fig. 136. *Colchicum autumnale* – habitus (după Strasburger et al. 1961, p. 632)

Situația în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Liliales sau Asparagales / Lilianae / Monocotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Liliales sau Asparagales / Lilianae / Liliidae s.l.

APG II (2003) – Liliales sau Asparagales / monocotiledonate

Familia ***Iridaceae*** cuprinde plante erbacee, adesea perene prin rizomi, tubero-bulbi etc. Frunzele lor sunt ensiforme (ca o sabie) şi imbricate, sau liniare. Florile au perigonul concrescut la bază, androceul este alcătuit din 3 stamine, gineceul este tricarpelar, sincarp, inferior (la unele specii chiar hipogeu). Fructul este o capsulă. Menționăm că la genul *Iris* stigmatele sunt mari, petaloide

(Fig. 137). Reprezentanți din flora țării noastre: *Iris pseudacorus* (Stânjenel de baltă), *Iris halophila*, *Iris sintenisii* (Stânjenel de stepă), *Crocus flavus*, *Crocus banaticus*, *Crocus vernus* (Brânduşă), *Gladiolus imbricatus* (Săbiuță) etc. Dintre speciile cultivate în scop ornamental amintim: *Iris germanica* (Stânjenel), *Gladiolus* × *colvillii* (Gladiolă), *Crocus sativus* (Şofran) (Fig. 138). Acesta din urmă este cunoscut şi pentru utillizările sale în arta culinară, ca şi condiment sau colorant alimentar. În acest scop se folosesc stigmatele sale care sunt puternic colorate în roşu. *Gladiolus palustris*, *Iris aphylla* subsp. *hungarica* şi *Iris humilis* subsp. *arenaria* sunt strict protejate.

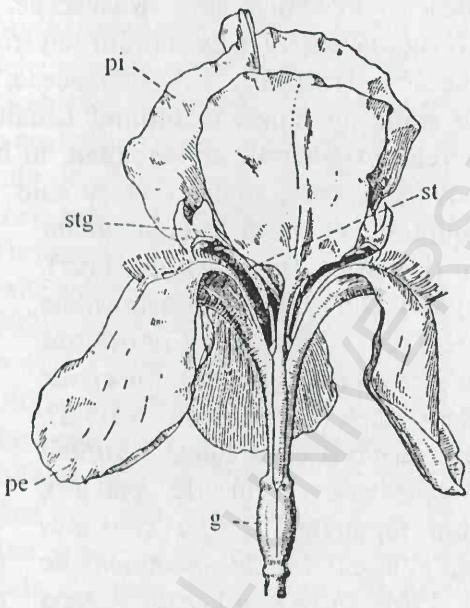


Fig. 137. *Iris* sp. – floarea: g – gineceu, pe – tepale externe, pi – tepale interne, stg – stigmat, st – stamină (după Strasburger et al. 1961, p. 634)

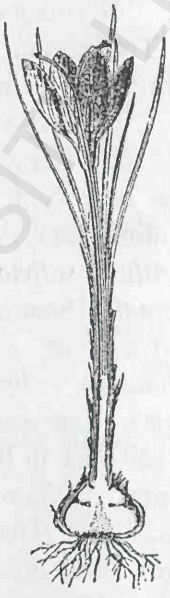


Fig. 138. *Crocus sativus* – habitus (după Strasburger et al. 1961, p. 634)

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Liliales / Lilianae / Monocotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Asparagales / Lilianae / Liliidae s.l.
APG II (2003) – Asparagales / monocotiledonate

Familia ***Dioscoreaceae*** grupează specii perene, cu tulpini urcătoare sau erecte şi rizomi tuberizați. Frunzele sunt alterne, rar opuse, pețiolate, cu limbul adesea cordat. Florile sunt mici, unisexuate, trimere. Ovarul este inferior. Fructul este de tip capsulă sau bacă. Familia este dominată de genul *Dioscorea* care are circa 850 de specii răspândite în zonele tropicale şi subtropicale (Mabberley 1997). Rizomii de *Dioscorea batatas* (Batat chinezesc) sunt sursă importantă de amidon. La noi creşte un singur reprezentant al acestei familii – *Tamus communis* (Fluierătoare, Viță neagră, Untul pământului).

Situația în alte sisteme de clasificare:
Thorne (1992) – Dioscoreales / Lilianae / Monocotyledoneae
Strasburger et al. (1998) – Dioscoreales / Lilianae / Liliidae s.l.
APG II (2003) – Dioscoreales / monocotiledonate

Ordinul **Orchidales** este reprezentat de familia ***Orchidaceae*** care cuprinde ierburi perene, adesea epifite, cu răspândire foarte largă, cele mai multe în păduri tropicale. Rădăcinile sunt adventive şi micorizante. Frunzele sunt simple, întregi, dispuse altern. Florile au o structură caracteristică (Fig. 139). Sunt zigomorfe, cu perigon format din şase tepale libere, din care cinci formează un coif, iar cea de-a şasea un label inferior cu un pinten nectarifer. Androceul este reprezentat de o singură stamină care concreşte cu stigmatul într-un organ caracteristic numit ginostemiu. Polenul este lipicios şi aglutinat într-o polinie cu aspect măciucat. Gineceul este tricarpelar, sincarp, inferior, cu ovarul răsucit. Fructul este o capsulă cu numeroase seminţe mici. Sunt cunoscute circa 18500 specii aparţinând familiei Orchidaceae. Cele mai multe dintre ele sunt apreciate ca plante decorative şi intens comercializate (*Cymbidium*, *Paphiopedilum*, *Phalenopsis*, *Cattleya*, *Dendrobium*). Precizăm aici că prin convenţii internaţionale comerţul cu orhidee sălbatice este interzis. Cele aflate pe piaţă sunt rezultatul tehnicilor de micropropagare din meristeme. În flora ţării noastre cresc spontan 57 de specii de orhidee, din care unele sunt declarate monumente ale naturii: *Cypripedium calceolus* (Papucul Doamnei), *Nigritella rubra* (Sângele Voinicului), *Nigritella nigra*. Strict protejată este *Liparis loeselii* (Moşişoară).

Situaţia în alte sisteme de clasificare:

Thorne (1992) – Orchidales / Lilianae / Monocotyledoneae

Strasburger et al. (1998) – Orchidales / Lilianae / Liliidae s.l.

APG II (2003) – Asparagales / monocotiledonate

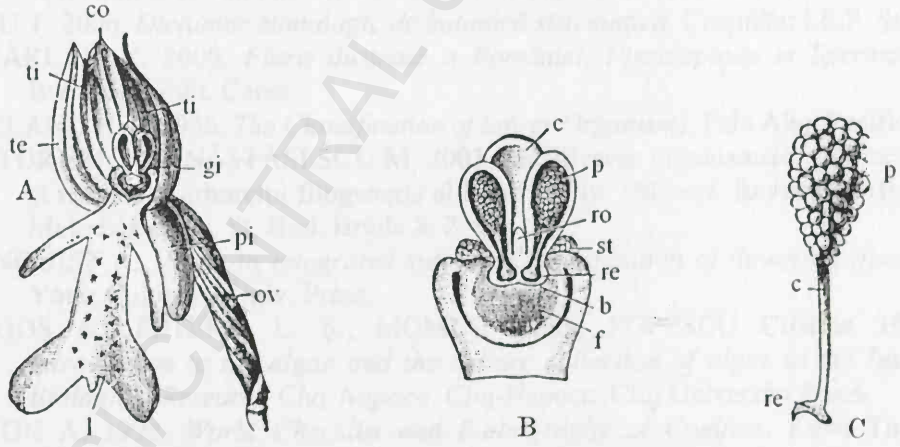


Fig. 139. Orchidaceae: A. floare (co – coif, ti – tepale interne, te – tepale externe, gi – ginostemiu, pi – pinten, ov –ovar), B. ginostemiu (c – conectiv, p – polinie, ro – rostelum, st – staminodiu, re – retinacul, b – bursiculă, f – fovea stigmatică), C. polinie (p – polinie, c – caudicul, re – retinacul) (după Strasburger et al. 1961, p. 643)

BCU IASI / CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BIBLIOGRAFIE

ANASTASIU P. 2002. *Citoembriologia la Pinaceae din România*. Bucureşti: Universitatea din Bucureşti (Teza de doctorat).

ANASTASIU P. 2005. *Plante de interior*. Bucureşti: Edit. M.A.S.T.

ANASTASIU P. & NEGREAN G. 2007. *Invadatori vegetali în România*. Bucureşti: Edit. Universităţii din Bucureşti.

APG I 1998. An ordinal classification for the families of flowering plants. *Ann. Missouri. Bot. Gard.* **85**: 531–553.

APG II 2003. Classification of orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*. **141**: 399–436.

BRANDS S. J. (comp.) 1989–2005. *Systema Naturae 2000*. Amsterdam, The Netherlands. [http://sn2000.taxonomy.hl/]

CHASE M. W. et al. 1993. Philogenetics of seed plants: An analysis of nucleotide sequences from the plastide gene rbcL. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **80**: 528–580.

CHIFU T., ZAMFIRESCU Oana, MÂNZU C. & ŞURUBARU B. 2001. *Botanică sistematică. Cormobionta*. Iaşi: Edit. Universităţii Al. I. Cuza.

CHIFU T. 2006. *Dicţionar etimologic de botanică sistematică*. Chişinău: Î.E.P. Ştiinţa.

CIOCÂRLAN V. 2000. *Flora ilustrată a României. Pteridophyta et Spermatophyta*. Bucureşti: Edit. Ceres.

COPELAND H. F. 1956. *The Classification of Lower Organisms*. Palo Alto: Pacific Books.

CRISTUREAN I. & NĂSTĂSESCU M. 2003. Clasificarea organismelor în cinci regnuri şi realizarea arborelui filogenetic al lumii vii. In: *Biomet*- Revistă de Biologie şi Metodică a Soc. Şt. Biol. Brăila **2**: 2–9.

CRONQUIST A. 1981. *An integrated system of classification of flowering plants*. New York: Columbia Univ. Press.

DRAGOŞ N., PÉTERFI L. Ş., MOMEU Laura, POPESCU Cristina 1997. *An introduction to the algae and the culture collection of algae at the Institute of Biological Research Cluj-Napoca*. Cluj-Napoca: Cluj University Press.

FARJON A. 1998. *World Checklist and Bibliography of Conifers*. Kew: The Royal Botanic Gardens.

FĂGĂRAŞ M. 2007. *Botanică sistematică I* (*Thallobionta et Bryobionta*). Constanţa: Edit. Ovidius University Press.

GLEDHILL D. 2002. *The names of plants*. 3rd edition. Cambridge: Cambridge University Press.

GRAHAM L. E. & WILCOX L. W. 2000. *Algae*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

GRAHAM L. E., GRAHAM J. M. & WILCOX L. W. 2006. *Plant biology*. 2nd ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.

GRINȚESCU I., 1985. *Botanică*. Bucureşti: Edit. Ştiințifică şi Enciclopedică.
GUVERNUL ROMÂNIEI. 2007. Ordonanță de urgență nr. 57 din 20 iunie 2007 privind regimul ariilor naturale protejate, conservarea habitatelor naturale, a florei şi faunei sălbatice. In: *Monitorul oficial* nr. 442 din 29 iunie 2007.
HAECKEL E. 1866. *Generelle Morphologie der Organismen*. Berlin: Reiner.
HAUSMANN K., HÜLSMANN & RADEK R. 2003. *Protistology*. 3rd ed. Stuttgart: Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung.
JUDD W. S., CAMPBELL C. S., KELLOGG E. A., STEVENS P. F. & DONOGHUE M. J. 2008. *Plant Systematics: a phylogenetic approach*. Sunderland, Massachusetts USA: Sinauer Associates.
LAZĂR V., HERLEA V., CERNAT R., BULAI D., BALOTESCU M. C. & MORARU A. 2004. *Microbiologie generală: manual de lucrări practice*. Bucureşti: Edit. Universității din Bucureşti.
MABBERLEY D. J. 1997. *The plant-Book. A portable dictionary of the vascular plants*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.
MARGULIS L. & SCHWARTZ K. V. 1988. Five Kingdoms: an Illustrated Guide to the Phyla of Life Earth. 2nd Ed. San Francisco: WH Freeman & Co.
MARGULIS L. & SCHWARTZ K. V. 1998. Five Kingdoms: an Illustrated Guide to the Phyla of Life Earth. 3rd Ed. San Francisco: WH Freeman & Co.
MAUSETH J. D. 2003. *Botany: an introduction to plant biology*. 3rd ed. Sudburry, Massachusetts: Jones and Bartlett Publishers.
MAYR E. 1998. Two empires or three? *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **95**: 9720–9723.
McNEIL J., BARRIE F. R., BURDET H. M., DEMOULIN V., HAWKSWORTH D. L., MARHOLD K, NICOLSON D. H., PRADO J., SILVA P. C., SKOG J. E., WIERSEMA J. H. & TURLAND N. J. (eds.) 2006. International Code of Botanical Nomenclature (Vienna Code) adopted by the Seventeenth International Botanical Congress Vienna, Austria, July 2005. *Regum Vegetabile* 146, XVI: 568 p.
MITITELU D. 1979. *Botanică sistematică. Taxonomia filogenetică a plantelor superioare*. Iaşi: Universitatea „A. I. Cuza"
MOCANU Ş. & RĂDUCANU D. 1986. *Plantele medicinale, tezaur natural în terapeutică*. Bucureşti: Edit. Militară.
NABORS M. W. 2004. *Introduction to Botany*. San Francisco: Pearson Education.
POP I., HODIŞAN I., MITITELU D., LUNGU Lucia, CRISTUREAN I. & MIHAI G. 1983. *Botanică Sistematică*. Bucureşti: Edit. Didactică şi Pedagogică.
PREDA M. 1989. *Dicționar dendrofloricol*. Bucureşti: Edit. Ştiințifică şi Enciclopedică.
SIMENSCHY T. 1998. *Gramatica limbii latine cuprinzând fonetica, morfologia şi sintaxa cu noțiuni elementare de stilistică şi versificație*. Bucureşti: Edit. Viitorul Românesc.
SIMPSON M.G. 2006. *Plant Systematics*. Oxford, UK: Elsevier Academic Press.
SITTE P., WEILER E.W., KADEREIT J.W., BRESINSKY A. & KÖRNER C. 2002. Strasburger – Lehrbuch der Botanik. Ed. 35. Heidelberg: Spektrum Verlag.
SPICHIGER R.-E., SAVOLAINEN V.V. & FIGEAT M. 2000. *Botanique systématique des plantes à fleures*. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes.
STRASBURGER E., NOLL F., SHENCK H. & SCHIMPER A. F. W. 1998. *Lehrbuch der Botanik für Hochschulen*. Ed. 34. Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm: Gustav Fischer Verlag.

ŞTEFAN N. & IVĂNESCU L. 2002. *Elemente de morfologie şi taxonomie vegetală*. Iaşi: Edit. Universităţii Al. I. Cuza.

THORNE R. F. 1992. Classification and geography of the flowering plants. *Bot. Rev.* **58**: 225–348.

TOMA N. & ANGHEL I. 1985. *Citologie vegetală*. Bucureşti: Edit. Universităţii din Bucureşti.

WILLIS K. J. & McELWAIN J. C. 2002. *The evolution of plants*. New York: Oxford University Press.

WITTAKER R. H. 1969. New concepts of kingdoms of organisms. *Science* **169**: 150–160.

WITTAKER R. H. & MARGULIS L. 1978. Protist classification and the kingdoms of organisms. *Biosystems* **10**: 3–18.

WOESE C. R., BALCH W. E., MAGRUM L. J., FOX G. E. & WOLFE R.S. 1977. An ancient divergence among the bacteria. *Journal of Molecular Evolution* **9**: 305–311.

WOESE C. R., KANDLER O. & WHEELIS M. L. 1990. Towards a natural system of organisms: Proposal for the domains Archaea, Bacteria and Eucarya. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **87**: 4576–4579.

ZIMMERMANN W. 1959. Die Phylogenie der Pflanzen. Stuttgart: G. Thieme Verlag.

*** Catalogue of Life: 2008 Annual Checklist indexing the world's known species [www.catalogueoflife.com]

*** Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on conservation of natural habitats and of wild fauna and flora (Habitat Directive).

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

INDEXUL DENUMIRILOR ŞTIINŢIFICE

Abelmoschus esculentus 195
Abies 20, 25, 154, 155, 156, 167
Abies alba 160, 161*, 167
Abietinella abietina 140
Abroma 194
Abutilon theophrasti 195
Acanthaceae 226
Acer 216
Acer campestre 216
Acer monspessulanum 216
Acer negundo 216
Acer platanoides 216
Acer pseudoplatanus 216, 216*
Acer saccharum 216
Acer tataricum 216
Aceraceae 216
Acetabularia 35, 119
Acetabularia mediterranea 126, 126*
Achillea millefolium 233, 234
Achnantales 101
Achnanthes lanceolata 101
Aconitum 174, 176
Aconitum lasianthum 175
Aconitum moldavicum 176
Aconitum napellus 175*
Acrochaetium endophyticum 76
Acrochaetium endozoicum 76
Actaea spicata 176
Adenophora liliifolia 229
Adonis 21
Adonis annua 175*
Adonis vernalis 176
Aegopodium podagraria 220
Aeonium 204
Aeronemum 103
Aeronemum polymorphum 106
Agapanthaceae 245
Agathis 42
Aglaonema commutatum 238
Agrimonia eupatoria 205
Agrimonia pilosa 206
Alangiaceae 210
Alaria esculenta 114
Aldrovanda 196
Aldrovanda vesiculosa 25, 196
Alexandrium catenella 87
Alexandrium tamarense 87
Alisma plantago-aquatica 235
Alismales 235
Alismataceae 235
Alismatales 235, 236, 237, 238
Alismatanae 235, 236, 237
Alismatidae 234, 235, 236, 237
Alismidae 234
Alkana tinctoria 225
Alliaceae 245
Alliaria petiolata 200
Allium 20
Allium cepa 245
Allium porum 245
Allium sativum 245
Allium ursinum 245
Alnus 185
Alnus glutinosa 185, 186*
Alnus incana 185
Alocasia macrorrhizos 238
Alopecurus pratensis 242
Alsinoideae 188
Alstroemeriaceae 245
Althaea officinalis 195
Althernanthera amoena 189
Altingia 178
Alyssum alyssoides 200
Amaranthaceae 189
Amaranthus blitoides 189
Amaranthus cruentus 189
Amaranthus hypochondriacus 189
Amaranthus retroflexus 189

BCU "SPIRU HARET" LIBRARY

Amarathus hybridus 189
Amaryllidaceae 245
Amaryllis belladona 25
Amborella trichopoda 51, 172
Amborellaceae 51, 172
Ambrosia artemisiifolia 233
Amentiferae 177
Ammania 209
Amorpha fruticosa 208
Amorphophallus campanulatus 238
Anabaena 63
Anabaena azollae 153
Anabaena flos-aquae 63, 65
Anacardiaceae 216
Anacardiales 217
Anacardium occidentale 216
Anagallis arvensis 203
Ananas comosus 243
Andreaea rupestris 139
Andreaeaceae 139
Andreaeidae 138, 139
Andreaeobryaceae 139
Andromeda polifolia 201*
Androsace villosa 203
Anemone 174, 176
Anemone nemorosa 176
Anemone ranunculoides 176
Anemonoideae 175
Anetum graveolens 220
Angelica archangelica 220
Angelica palustris 220
Angiopteris 149
Angiospermae 168
Anisonema 116
Annonaceae 171
Anomozamites 48
Anthoceros 64, 136*
Anthoceros levis 136
Anthoceros punctatus 136
Anthocerotales 136
Anthocerotatae 135
Anthocerotopsida 135
Anthophysa 88
Anthophyta 168
Anthriscus sylvestris 220
Anthurium andraeanum 238
Antirrhinum majus 226*, 227
Apedinella 89
Aphanocapsa pulchra 62*
Aphanothece 65
Aphanothece halophytica 65
Apiaceae 219, 219*
Apiales 219, 220
Apioideae 220
Apium graveolens 220
Apium repens 220
Apocynaceae 221, 222
Aporocactus flageliformis 188
Aquilegia 176
Aquilegia vulgaris 175*
Aracanae 238
Araceae 238, 239
Arachis 25
Arachis hypogaea 207, 208
Arales 238, 239
Aralia 219
Araliaceae 219
Araliales 219, 220
Aralianae 219, 220
Aranae 238, 239
Araphidales 101
Araucaria 45, 48, 51, 154, 168
Araucaria heterophylla 48
Araucariaceae 42, 48, 168
Arbutus 202
Archaeanthus 50
Archaeanthus linnenbergeri 50
Archaebacteria 58
Archaeopteris 37, 37*
Archaeopteris latifolia 148
Archiudium phascoides 139*
Arctium lappa 232*, 233, 234
Arecaceae 237
Arecales 237, 238
Arecidae 234, 237, 238
Arenaria 188
Arenaria serpyllifolia 188
Aridae 238, 239
Aristolochia clematitis 173
Aristolochiales 173
Armeria 191
Armeria alpina 191
Armoracia rusticana 200
Arnica montana 234
Arrhenatherum elatius 242
Artemisia 21
Artemisia dracunculus 234
Artimisia vulgaris 234
Arum 238*
Arum maculatum 238

BOTANISCH CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Arum orientale 238
Aruncus dioicus 25
Arundo donax 242
Asarum europaeum 173
Asclepiadaceae 222
Asclepias syriaca 222
Ascoglena 115
Ascophyllum 76, 108, 113
Ascophyllum nodosum 109, 112*, 113
Asimina triloba 171
Asparagaceae 245
Asparagales 245, 246, 247
Asparagus officinalis 245
Asparagus tenuifolius 245
Asperula capitata 22
Asperula cynanchica 230
Asperula taurina 230
Asperula tenella 22
Asphodelaceae 245
Asplenium 153
Asplenium adulterinum 150
Asplenium scolopendrium 150
Asplenium septentrionale 150
Asplenium trichomanes 150
Astasia 116
Aster novae-angliae 234
Asteraceae 25, 232, 232*, 233*
Asterales 229, 232, 234
Asteranae 229, 234
Asteridae 170, 192, 196, 202, 203, 204, 211, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 234
Asterionella 97
Asterionella formosa 100*, 101
Asteroideae 233
Asteroxylon 142
Asteroxylon elberfeldense 143
Astilbe japonica 205
Astragalus 25, 207, 208
Astragalus peterfii 208
Athyrium 141
Athyrium filix-femina 150, 153
Atrichum undulatum 140
Atriplex hortensis 189
Atriplex sagittata 189
Atropa belladona 21, 223, 223*
Avena sativa 242
Averrhoa 218
Azolla 64
Azolla filiculoides 152,153
Azollaceae 152

Bacillaria 97
Bacillaria paradoxa 101
Bacillariaceae 101
Bacillariophyceae 99
Bacillariophyta 56, 97, 99*, 100*
Bacteria 58
Baiera 48
Ballota nigra 224
Balsaminaceae 217
Bangia 35, 72, 74
Bangia fusco-purpurea 54, 74
Bangiales 72, 73, 74
Bangiophyceae 73
Baragwanathia 36
Barbarea vulgaris 200
Bassia scoparia 189
Batrachospermum 73*, 74
Batrachospermum moniliforme 76
Bellis perennis 233
Benettitales 42, 44*, 52
Bennetittopsida 157
Berberidaceae 170, 176
Berberidales 176, 177
Berberis vulgaris 176
Bergenia crassifolia 205
Beta vulgaris 189
Betula 185
Betula pendula 185, 186*
Betulaceae 50, 185, 185*
Betulales 183, 185
Bicornes 201
Biddulphia aurita 100*
Biddulphia pulchella 100
Biddulphiales 100
Bidens tripartitus 233*
Biraphidales 101
Biscutella laevigata 200, 201*
Blackstonia 221
Blasia 64, 137
Blasia pusilla 137*
Blastodiniales 86
Blastodiniophyceae 84
Blastodinium 86, 87
Blastodinium spinulosum 86
Blechnaceae 151
Blechnum spicant 151
Boehmeria 181
Boraginaceae 224, 225

BUDAPEST CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Boraginales 225
Borago officinalis 225
Botrychium 142
Botrychium lunaria 148,149*
Botrychium multifidum 149
Botrycoccus 129
Botrydiales 105
Botrydium 103, 105, 106
Botrydium granulatum 105,105*
Bougueria 226
Bowenia 158
Boweniaceae 157,158, 167
Brachychiton 194
Brachytrichia 65
Brassica nigra 200
Brassica oleracea 200
Brassicaceae 199, 200, 200*, 201*
Brassicales 200, 201
Bromeliaceae 243
Bromeliales 243
Bromelianae 243, 244
Broussonetia papyrifera 179
Bruckenthalia spiculifolia 202
Bryatae 135, 138
Bryidae 138, 139
Bryobionta 26
Bryonia alba 198
Bryophyta 131, 135
Bryopsida 25, 135, 138, 139*
Bryopsidales 119, 126
Bryopsis plumosa 126
Bryum argenteum 140
Bucegia romanica 137
Butomaceae 25, 235
Butomus 25
Butomus umbellatus 25, 235
Buxaceae 213
Buxbaumia aphylla 139*,140
Buxbaumia viridis 140
Buxbaumiaceae 140
Buxbaumiales 140
Buxbaumiidae 138, 140

Cactaceae 188
Caladium bicolor 238
Calamites 38, 52, 39*
Calamophyton primaevum 37
Calathaea 243
Caldessia parnasifolia 235
Calendula officinalis 234
Calla palustris 238
Callistephus chinensis 234
Callithamnion 70
Calluna 202
Calobryales 138
Calochortaceae 245
Caltha palustris 175
Calypogeia trichomanis 137*,138
Calyptrosphaera insignis 94
Calystegia sepium 223, 223*
Camellia sinensis 192
Campanula 229
Campanula carpatica 229
Campanula glomerata 229
Campanula persicifolia 229
Campanula rapunculoides 229
Campanula romanica 229
Campanula rotundifolia 22
Campanula serrata 229
Campanula sibirica 229
Campanulaceae 229
Campanulales 229
Campylodiscus 101
Cananga odorata 171
Canna 243
Cannabaceae 180
Cannabis 179, 180
Cannabis sativa 180
Cannaceae 243
Capparales 199, 200, 201
Capparanae 200, 201
Caprifoliaceae 230
Capsales 122
Capsella bursa-pastoris 200, 201*
Capsicum annuum 223
Cardamine amara 200
Cardaria draba 200
Carduus acanthoides 233
Carex 25, 51, 240
Carex distans 240
Carex divulsa 240
Carex praecox 22, 240
Carex riparia 240, 240*
Carex vulpina 240
Carpinus 21, 185
Carpinus betulus 185, 187*
Carum carvi 220
Caryophyllaceae 187
Caryophyllales 187 188, 189, 190, 191, 196
Caryophyllanae 188, 189, 190

BCU CLUJ CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Caryophyllidae 170, 187, 188, 189, 190, 191, 196
Castanea sativa 183, 183*
Catharanthus roseus 222
Cattleya 247
Caulerpa 120, 126*
Caulerpa taxifolia 126
Caytoniales 158
Cedrus 156, 168
Celosia argentea 189
Celtis 179
Celtis australis 179
Centaurea austriaca 233
Centaurea jankae 233
Centaurea pontica 233
Centaurium 221
Centaurium umbellatum 221
Centrobacillariophycidae 99
Cephalotaxaceae 48
Ceramiales 72, 75
Ceramium 75, 76
Cerastium 188
Cerastium brachypetalum 188
Ceratium 86, 87
Ceratium cornutum 85*
Ceratium hirundinella 85*, 86
Ceratium palmatum 85*
Ceratium tripos 85*
Ceratocolax hartzii 76
Ceratophyllaceae 174
Ceratophyllales 174
Ceratophyllum 174
Ceratozamia 154, 158,167
Ceratozamia mexicana 158
Cereus 188
Ceroxylon alpinum 237
Ceterach officinarum 150
Chaerophyllum hirsutum 220
Chaetoceros 102
Chaetoceros castracanei 100*
Chaetoceros holsaticus 100
Chaetophorales 125
Chaetospheridiaceae 126
Chaleuria 38
Chamaecyparis 154
Chamaecyparis lawsoniana 164
Chamaerops 51
Chamaerops humilis 237
Chamaesiphon 62
Chamaesiphonales 62
Chamerion 210
Chamerion angustifolium 210
Chamomilla recutita 232*, 234
Chara braunii 130
Chara fragilis 130, 130*
Chara vulgaris 130
Characeae 130
Characiopsis 103, 105
Characium 105
Charales 126, 130
Charoideae 130
Charophyceae 55,126, 130
Charophyta 129,130*
Cheiranthus cheri 200, 201*
Chelidonium majus 176
Chenopodiaceae 189
Chenopodium album 189
Chenopodium rubrum 189
Chilomonas 80
Chilomonas marine 80
Chilomonas paramoecium 80*, 80
Chimaphila 202
Chimaphila umbellata 202
Chlamydomonadaceae 122
Chlamydomonas 54, 118, 119, 120, 122, 128
Chlamydomonas angulosa 122*
Chlamydomonas reinhardtii 129
Chloranthales 172
Chlorarachnion 70
Chlorarachnion reptans 69
Chlorarachniophyta 69
Chlorella 53, 105, 118, 128, 129
Chlorella vulgaris 122, 123*
Chlorellaceae 122
Chlorococcales 119, 122, 123*, 126
Chlorococcum 118, 123*
Chloroidella 103, 105
Chlorophyceae 25, 121
Chlorophyta 53, 118
Choix lacrima-jovis 242
Chondrilla juncea 233
Chondrus 70, 74, 77
Chondrus crispus 74, 77
Chorda 107
Chordariales 107
Choreocolax polysiphoniae 76
Chromulina 89, 91, 94
Chromulina placentula 88
Chromulinales 91
Chroococcales 61

BOTANICAL CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Chroococcus 61
Chroococcus giganteus 61
Chroococcus turgidus 62*
Chroomonas 78
Chrysamoeba 88, 91
Chrysanthemum indicum 234
Chrysanthemum maximum 234
Chrysarachnion 88
Chrysocapsa 88, 91
Chrysocapsa epiphytica 89
Chrysochromulina 93, 94, 96
Chrysophyceae 25, 89, 91
Chrysophyta 53, 88
Chrysosphaera nitens 88
Chrysosplenium 205
Chrysosplenium alternifolium 205
Chrysostephanosphaera 88
Cichorium endivia 234
Cichorium intybus 233, 234
Cichoroideae 233
Cimicifuga 175*
Cinchona calisaya 230
Cinchona officinalis 230
Cinchona succirulera 230
Cinnamomum aromaticum 172
Cinnamomum camphora 172
Cinnamomum zeylanicum 172
Circaea 210
Circaea lutetiana 210
Cirsium arvense 233
Cirsium brachycephalum 233
Citrullus lanatus 198
Citrus × *aurantium* 217, 217*
Citrus × *limon* 217
Citrus 217
Citrus japonica 217
Citrus maxima 217
Citrus reticulata 217
Citrus sinensis 217
Cladophora 35, 55, 119
Cladophora glomerata 126
Cladophorales 120,126
Cladoxylon scoparium 37, 148
Climacium dendroides 139*, 140
Cloranche 117
Closterium 121, 127, 127*, 128
Closterium moniliferum 127*
Closterium parvulum 127*
Closterium regulare 127*
Closterium rostratum 127*
Clusiaceae 192
Cnicus benedictus 234
Coccolithophorales 94
Coccolithus 94
Coccolithus pelagicus 96*
Coccomyxa 128
Cocconeis 101
Cocos nucifera 237
Coelastraceae 122
Coelastrum microporum 123
Coffea arabica 230, 230*
Cola nitida 194
Colacium 115, 117
Colacium mucronatum 114*
Colchicaceae 245
Colchicum 21
Colchicum arenarium 245
Colchicum autumnale 245, 245*
Coleochaetaceae 126
Coleochaetales 125, 125*, 126
Coleochaete 125, 126
Colocasia esculenta 238
Comastoma 221
Commelina communis 239
Commelinaceae 239
Commelinales 239
Commelinanae 239, 240, 241, 242, 243, 244
Commelinidae 234, 239, 240, 241, 242, 243, 244
Compositae 232
Compsopogonales 73
Conchocelis 74
Coniferopsida 160
Conium maculatum 220, 220*
Conjugatophyceae 121
Conocephalum 136
Consolida 174, 176
Consolida regalis 175
Contortae 221
Convallaria majalis 245
Convallariaceae 245
Convolvulaceae 222, 223, 224
Convolvulus 20
Convolvulus arvensis 223
Convolvulus elegantissimus 223
Convolvulus lineatus 223
Convolvulus persicus 223
Conyza canadensis 233
Cooksonia 35*, 36,143
Corallina 71, 75

BOTANY CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Corallinales 75
Corchorus 193
Cordaitales 40, 52
Cordaites 52
Coriandrum sativum 220
Cormobionta 26
Cornaceae 210
Cornales 204, 210, 211, 215
Cornanae 204, 211, 215, 220, 231, 232
Cornus australis 211
Cornus mas 211, 211*
Cornus sanguinea 211
Cortaderia selloana 242
Corthusa mathioli 203
Corydalis 177*
Corydalis cava 177
Corydalis solida 177
Corylaceae 185
Corylopsis 178
Corylus 185
Corylus avellana 185
Coscinodiscaceae 99
Coscinodiscales 99
Coscinodiscus 100
Coscinodiscus pantocseki 100*
Cosmarium 53, 127, 128
Cosmarium botrytis 127*
Cosmos bipinnatus 234
Cotinus coggygria 216
Crambe maritima 200
Crambe tataria 200
Crassula 204
Crassulaceae 204
Crataegus monogyna 205
Cratoneuron commutatum 139*
Crocus banaticus 246
Crocus flavus 246
Crocus sativus 246, 246*
Crocus vernus 246
Cruciata laevipes 230
Cruciferae 199
Cryptochlora 70
Cryptococcales 80
Cryptomeria japonica 168
Cryptomonadaceae 80
Cryptomonadales 80
Cryptomonas 77, 80, 80*, 90
Cryptonemiales 75
Cryptophyceae 80
Cryptophyta 77, 78*, 80*
Cucumis melo 198
Cucumis sativus 198
Cucurbita pepo 198
Cucurbitaceae 197
Cucurbitales 191, 197, 198
Cucurbitales 198
Cunoniales 218
Cupressaceae 48, 155, 164, 168
Cupressus 154, 168
Cupressus sempervirens 164
Curcuma longa 244
Cuscuta 170, 224
Cuscuta campestris 224
Cuscuta epithymum 224
Cuscuta europaea 224
Cuscutaceae 222, 224
Cutleria 110*
Cutleriales 107
Cyanobacteria 58, 62*
Cyanomonas 80
Cyanophora 68
Cyanophyceae 61
Cyanophyta 58
Cycadaceae 157, 158, 167
Cycadales 42, 43*, 52, 154, 158
Cycadeoidea 48
Cycadopsida 154, 155, 156, 157
Cycas 48,154, 155, 158, 167,168
Cycas circinalis 158
Cycas revoluta 158
Cyclamen 170, 203
Cyclosporeae 109
Cyclotella 99
Cyclotella comata 99
Cyclotella stelligera 99
Cydonia oblonga 205
Cylindrocystis 126
Cylindrospermum stagnale 62*
Cymatopleura 102
Cymbella 97
Cymbella lanceolata 101
Cymbellaceae 101
Cymbidium 247
Cynanchum acutum 222
Cynara scolymus 234
Cynodon dactylon 242
Cynoglossum officinale 225
Cyperaceae 240
Cyperales 240, 241
Cyperus esculentus 241

BOTANICAL CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Cyperus papyrus 241
Cypripedium calceolus 247
Cystopteris fragilis 150
Cystoseira 107, 109, 110, 113
Cystoseira barbata 107, 112

Dactylis glomerata 242
Dahlia coccinea 234
Dahlia variabilis 234
Danaea 149
Dasya 75
Dasycladales 120, 126, 126*
Datura stramonium 223
Daucus carota subsp. *carota* 220
Dawsonia 131
Delesseria 70
Delphinium 176
Dendrobium 247
Dermocarpa 62
Dermocarpa clavata 62*
Descurainia sophia 200
Desmidiales 127,127*
Diacronema 94
Dianthus 188
Dianthus callizonus 188
Dianthus carthusianorum 188
Dianthus chinensis 188
Dianthus pratensis 21
Diatoma hiemale 101
Dicentra spectabilis 177
Dichotomosiphon 120
Dicotyledonatae 170
Dicotyledoneae 171, 172, 173, 174, 176, 177, 178, 181, 183, 185, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 234
Dicranum scoparium 139*
Dictamnus albus 217
Dictyopteris 109
Dictyota 107, 110*
Dictyota dichotoma 110
Dictyotales 107, 110
Dieffenbachia 238
Diervilla florida 231
Digitalis grandiflora 227
Digitalis purpurea 226*, 227
Dilleniidae 170, 191, 192
Dilleniales 191, 192
Dinamoeba varians 86
Dinamoebidiales 86
Dinobryon 88, 89, 91, 92
Dinobryon sertularia 91*
Dinococcus oedogonii 86
Dinophyceae 84
Dinophysiales 85
Dinophysis 85
Dinophyta 53, 81, 83*, 85*
Dinothrix paradoxa 86
Dionaea 196
Dioscorea 246
Dioscorea batatas 246
Dioscoreaceae 246
Dioscoreales 246
Diphasiastrum alpinum 144
Diphasiastrum complanatum 144
Diphasiastrum tristachyum 144
Diphyscium foliosum 140
Dipsacaceae 231
Dipsacales 230, 231, 232
Dipsacanae 231, 232
Dipsacus fullonum 232
Dipteronia 216
Dombeya 194
Draba dorneri 200
Dracocephalum austriacum 225
Draparnaldia 54, 119, 125
Drepanophycus 36
Drosera 196
Drosera intermedia 196
Drosera longifolia 196
Drosera rotundifolia 196
Droseraceae 196
Drosophyllum 196
Dryas octopetala 205
Dryopteridaceae 150
Dryopteris filix-mas 21, 148, 150, 151*, 153
Duckeodendraceae 222
Dunaliella 119
Dunaliella salina 121
Dunaliella viridis 121
Durvillaea 113, 114
Durvillaeales 113

Ecballium elaterium 198
Echeveria 204
Echinacea purpurea 234

BOTANICAL UNIVERSITY LIBRARY

Echinocactus 188
Echinocystis lobata 198
Echium russicum 225
Echium vulgare 225
Ectocarpales 110
Ectocarpus 106, 107, 110, 113
Elaeis guineensis 237
Eleocharis dulcis 241
Eleocharis palustris 241
Elettaria cardamomum 244
Elodea canadensis 235
Elodea nuttallii 235
Elymus repens 242
Emiliana 94
Emiliana huxleyi 96
Empetraceae 202
Empetrum nigrum 202
Encalypta vulgaris 140
Encephalartos 158
Encephalartos longifolius 158
Endodinium 86
Enteromorpha 124
Enteromorpha 54
Enteromorpha intestinalis 124, 124*
Entosiphon 116
Ephedra 25, 154, 155, 166, 166*, 167, 168
Ephedra campylopoda 157
Ephedra distachya 154
Ephedra distachya subsp. *monstachya* 166
Ephedra nevadensis 157
Ephedraceae 25, 157, 166, 168
Epilobium 210
Epilobium hirsutum 210
Equisetaceae 147
Equisetales 147
Equisetatae 143,146
Equisetites 48
Equisetopsida 52, 143, 146
Equisetum 147, 153
Equisetum arvense 147, 147*, 153
Equisetum palustre 147, 153
Equisetum sylvaticum 147
Erica 202
Ericaceae 201, 202
Ericales 191, 192, 196, 201, 201*, 202, 203
Ericanae 202
Erigeron annuus 233
Eriophorum angustifolium 240, 241*
Erodium 218
Erodium cicutarium 218
Erophila verna 200
Eryngium campestre 220
Erythronium dens-canis 245
Erythropeltidales 73
Euastrum 127
Eubacteria 58
Eucalyptus globulus 209
Eucheuma 77
Eudorina 128
Euglena 53, 94, 115, 116, 117
Euglena acutissima 117
Euglena geniculata 116
Euglena gracilis 114*, 115, 117
Euglena granulata 117
Euglena mutabilis 116
Euglena stellata 116
Euglena tristella 116
Euglena viridis 116, 117
Euglenaceae 117
Euglenales 117
Euglenamorpha 115
Euglenophyceae 25, 117
Euglenophyta 77, 114, 114*
Eukarya 26, 67
Eunotiales 101
Euphorbia 213, 214*
Euphorbia amygdaloides 213
Euphorbia cyparissias 213
Euphorbia helioscopia 213
Euphorbia lactea 213
Euphorbia milii var. *splendens* 213
Euphorbia paralias 213
Euphorbia peplis 213
Euphorbia pulcherrima 213
Euphorbiaceae 213
Euphorbiales 212, 213
Euphrasia officinalis 227
Euphrasia stricta 227
Eusporangiidae 148
Eustoma grandiflorum 221
Eutreptia 115, 116
Eutreptiella gymnastica 116
Exbucklandia 178
Exuviella 85, 87

Fabaceae 25, 207, 207*
Fabales 206, 208, 215
Fabanae 208, 215
Fagaceae 50, 182
Fagales 181, 183, 185

BOU SCIENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Faganae 181, 183, 185
Fagopyrum esculentum 190
Fagus 25,
Fagus sylvatica 21, 182, 183*,184*
Fatsia 219
Ferula sadleriana 220
Festuca 25
Festuca rubra 242
Ficaria 170
Ficus benjamina 179
Ficus carica 179
Ficus elastica 179
Filicales 150
Filicatae 143, 148
Filicopsida 25, 52, 143, 148
Filipendula vulgaris 205
Firmiana 194
Fissidens bryoides 139*
Floridophyceae 55, 73, 74
Forsythia 229
Fossombronia 137
Fragaria 206*
Fragaria vesca 205, 206*
Fragilaria virescens 101
Fragilariales 101
Fragilaria 97
Frangula alnus 214, 214*
Fraxinus 228*
Fraxinus angustifolia 228
Fraxinus excelsior 228, 228*
Fraxinus ornus 228, 228*
Fraxinus pallisiae 228
Fritillaria orientalis 245
Fritschiella 125
Fritschiella tuberosa 125*
Frullania dilatata 138
Fucales 107, 112, 112*, 113*
Fuchsia boliviana 210
Fucophyceae 109, 112
Fucus 56, 70, 102, 107, 109, 110*, 112
Fucus serratus 109, 112*
Fucus vesiculosus 109, 112*
Fumaria schleicherii 177
Fumariaceae 177
Funaria hygrometrica 139*, 140
Furcellaria 70, 76

Gagea pratensis 245
Gaillardia hybrida 234
Galanthus nivalis 245
Galium aparine 230
Galium moldavicum 230
Galium odoratum 230
Galium schultesii 230
Galium verum 230
Galucidium 191
Gambierdiscus toxicus 87
Gardenia jasminoides 230
Garryaceae 210
Gelidiales 75
Gelidium 75, 76, 77
Genista tinctoria 208
Gentiana 221
Gentiana acaulis 221
Gentiana asclepiadea 221
Gentiana cruciata 221
Gentiana lutea 221, 221*
Gentianaceae 221
Gentianales 220, 221, 222, 230
Gentiananae 221, 222, 225, 226, 227, 228, 229, 230
Gentianella 221
Gentianopsis 221
Geraniaceae 217, 218
Geraniales 217, 218, 219
Geranianae 215, 218, 219
Geranium 218, 218*
Geranium phaeum 218
Geranium pratense 218
Geranium robertianum 218
Gesneriaceae 226
Gesnerium monilatum 87
Gigartina 74, 77
Gigartinales 72, 74
Ginkgo 46*, 48, 154, 155, 159
Ginkgo biloba 45, 46*, 159, 159*, 167, 168
Ginkgoaceae 157, 159, 167
Ginkgoales 42, 52, 159
Ginkgoopsida 154, 155, 156, 157, 159
Girardinia 181
Gladiolus × *colvillii* 246
Gladiolus imbricatus 246
Gladiolus palustris 246
Glaucium flavum 177
Glaucocystis 68
Glaucocystophyta 68
Glechoma hederacea 224
Gleichenia 153
Globulariaceae 226
Gloeocapsa 61

BOTANICAL INSTITUTE LIBRARY

Gloeochaete 68, 69
Gloeochiniales 86
Gloeodinium montanum 86
Gloeotrichia 64
Glossopteridales 42, 52
Glossopteris 45, 47*, 52
Glycine max 208
Glycine soja 207
Gnetaceae 166, 168
Gnetopsida 154, 155, 156, 157, 165
Gnetum 154, 166, 166*, 167
Gnetum gnemon 166
Gomontiella 63
Gomontiellaceae 63
Gomphonema 97, 101
Gomphrena globosa 189
Goniolimon besseranum 191
Gonium 54
Gonyaulacales 86
Gonyaulax 86, 87
Gonyaulax polygrama 87
Gonyaulax tamarense 87
Gossypium herbaceum 195, 195*
Gracilaria 74, 77
Gracilariales 74
Gramineae 25, 241
Grateloupia 110
Gratiola officinalis 227
Grimmia pulvinata 139*
Grindellia robusta 234
Grossulariaceae 204
Grypania 35
Gunneraceae 50
Guttiferae 192
Guttiferales 192
Gymnochlora 70
Gymnodiniales 85
Gymnodinium 85, 87
Gymnodinium aeruginosum 85*
Gymnodinium catenatum 87
Gymnodiunium brevis 85
Gymnogongrus antarctica 75
Gymnospermae 153
Gymnospermium altaicum 176
Gypsophila 188
Gypsophila muralis 188
Gypsophila paniculata 188
Gyrodinium 85

Halimeda 120
Halosaccion 71
Hamamelidaceae 177, 178
Hamamelidae 170, 177
Hamamelidales 50, 178
Hamamelis 178
Haplophyllum patavinum 217
Haplophyllum suaveolens 217
Haplozoon 86, 87
Haptophyceae 94
Haptophyta 93
Hedera helix 219
Hedychium 243
Hegneria 115
Helianthus 20
Helianthus annuus 233*, 234
Helianthus helianthoides 22
Helianthus helianthus 22
Helianthus tuberosus 233, 234
Helichrysum bracteatum 234
Heliconia 243
Heliotropium peruvianum 225
Helleboroideae 175
Helleborus 174
Helleborus purpurascens 175, 176
Helminthoglea 103
Hemerocallidaceae 245
Hepatica transsilvanica 176
Hepaticae 135, 136, 138
Heracleum sphondylium 220
Herniaria 188
Herponema velutinum 113
Heterochloridales 104
Heterochloris mutabilis 103, 104
Heterococcales 105
Heterococcus 103
Heterogeneratae 109
Heterogloea 103, 105
Heterogloeales 105
Heterosiphonales 105
Heterosiphonia plumosa 76
Heterothrix 103, 106
Heterotrichales 105
Heterozostera 237
Heuchera sanguinea 205
Hevea brasiliensis 213
Hibiscus rosa-sinensis 195
Hibiscus syriacus 195
Hieracium aurantiacum 233
Hieracium virosum 233*
Himanthalia lorea 112*

BOSTON CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Himathalia elongata 113
Hippuridaceae 25
Hippuris 25
Hippuris vulgaris 25
Hordeum distichum 242
Hordeum vulgare 242
Hormogonales 63
Hornea lignierii 143
Humulus 180
Humulus lupulus 180, 180*
Hyacinthaceae 245
Hyacinthus orientalis 245
Hydrangea arborescens 204
Hydrangeaceae 203
Hydrangeales 204
Hydrocharis morsus-ranae 235
Hydrocharitaceae 235, 237
Hydrocharitales 235
Hydrodictyaceae 123
Hydrodictyon reticulatum 54, 123
Hydrodictyon utriculatum 123*
Hydrophyllaceae 222
Hydropteridiidae 148, 151
Hydrurales 91
Hydrurus 54, 88, 92
Hydrurus foetidus 92*
Hyenia elegans 37
Hylocomium splendens 139*, 140
Hyosciamus niger 223
Hypericaceae 192
Hypericum 192
Hypericum perforatum 192
Hypnea 77
Hypnum cupressiforme 140
Hypoxidaceae 245
Hyssopus officinalis 225

Iberis sempervirens 200
Impatiens 20
Impatiens noli-tangere 21
Inula helenium 233
Ipomaea batatas 223
Iresine herbstii 189
Iridaceae 245
Iris 245, 246*
Iris aphylla subsp. *hungarica* 246
Iris germanica 246
Iris halophila 246
Iris humilis subsp. *arenaria* 246
Iris pseudacorus 246
Iris sintenisii 246
Isatis tinctoria 200, 201*
Isochrysidales 94
Isochrysis 97
Isoëtaceae 145
Isoëtales 144, 145
Isoëtes 145
Isoëtes echinospora 145
Isoëtes lacustris 145, 146*
Isogeneratae 109
Isopyrum thalictroides 175
Iva xanthiifolia 233
Ixora coccinea 230

Jasminum fruticans 228
Jovibarba 204
Juglandaceae 50, 181
Juglandales 181
Juglans regia 181, 182*
Juncaceae 239
Juncales 239, 240, 241
Juncanae 240, 241
Juncus 239*, 240
Juncus gerardi 240
Jungermaniales 137*, 138
Jungermaniopsida 135, 138
Juniperus 154, 160, 168
Juniperus communis 164, 164*
Juniperus sabina 164
Juniperus sibirica 164

Kalanchoe 204
Kalanchoe daigremontiana 204
Kallymenia antarctica 75
Kalmia 202
Kappaphycus 77
Katablepharis phoenicoston 80*
Knautia dipsacifolia 232
Kolkwitzia amabilis 231

Labiatae 224
Lactuca sativa 234
Lactuca virosa 233*
Lagenaria siceraria 198
Lamiaceae 224
Lamiales 224, 225, 226, 227, 228, 229
Lamianae 225, 226, 227, 228, 229
Laminaria 55, 107, 109, 110*
Laminaria hyperborea 109, 111*, 114
Laminaria japonica 114

BOTANICAL CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Laminaria saccharina 109, 111, 111*
Laminariales 111, 111*
Laminarionema 113
Laminariophyceae 109
Lamium album 224
Lamium maculatum 224
Laportea 181
Larix 154, 155, 156, 160, 167
Larix decidua 22, 160, 162*, 167
Larix europaea 22
Larix larix 22
Lathraea squamaria 227
Lathyrus tuberosus 208
Lauraceae 172
Laurales 50, 172
Laurus nobilis 172
Lavandula angustifolia 224
Lavathera thuringiaca 195
Leeaceae 214
Leguminosae 207
Leguminosales 206
Lemna 238*
Lemna minor 238
Lemnaceae 238
Lennoaceae 224
Lens culinaris 208
Lentibulariaceae 226, 228
Leontopodium alpinum 233
Leonurus cardiaca 224
Lepidium sativum 200
Lepidodendrales 144, 145
Lepidodendron 38*, 52
Lepidozia reptans 138
Lessonia flavicans 111*
Leucanthemum vulgare 233
Leucojum vernum 245
Levisticum officinale 220
Ligularia sibirica 233
Ligustrum vulgare 228
Liliaceae 245
Liliales 25, 245, 246
Lilianae 245, 246, 247
Liliatae 170, 234
Liliidae 234, 244, 245, 246, 247
Liliopsida 25,170, 234, 234
Lilium candidum 245
Lilium martagon 245
Limnanthaceae 217
Limonium 191
Limonium gmelinii 191
Linaria vulgaris 226*, 227
Linnaea 21
Liparis loeselii 247
Liquidambar 178
Liriodendron tulipifera 171
Lithospermum officinale 225
Lithothamnion 71, 75
Lithothamnion corraloides 77
Lithothamnion glaciale 75
Lithothrix 75
Litorella 226
Litorella uniflora 226
Lodoicea 234
Lolium perenne 242
Lomatogonium 221
Lonicera caerulea 231
Lonicera caprifolium 231
Lonicera nigra 231
Lonicera tatarica 231
Lonicera xylosteum 231
Lophophora williamsii 189
Loranthaceae 212
Loranthus 212
Loranthus europaeus 212
Lotharella 70
Lotus corniculatus 208
Ludwigia 210
Lunaria annua 201*
Lunaria rediviva 200
Lupinus polyphyllus 208
Luronium nutans 235
Luzula 240
Luzula luzuloides 240
Lychnis 188
Lychnis viscaria 188
Lycium barbarum 223
Lycmophora flabellata 100*, 101
Lycopersicon esculentum 223
Lycopodiaceae 144
Lycopodiales 144
Lycopodiatae 143, 144
Lycopodiopsida 52,143, 144, 144*
Lycopodium 36, 153
Lycopodium annotinum 144
Lycopodium clavatum 144, 145*
Lycopodium inundatum 144
Lycopodium selago 144
Lygodium 48
Lyngbia 63, 64
Lyngbya aestuarii 62*

BUCHAREST UNIVERSITY CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Lysimachia nummularia 203
Lythraceae 208, 209
Lythrum 209
Lythrum salicaria 209

Maclura pomifera 179
Macrocystis 110, 113
Macrocystis pyrifera 106, 111, 111*
Magnolia × *soulangeana* 171
Magnolia 21, 50
Magnolia kobus 171
Magnolia stellata 171, 171*
Magnoliaceae 171
Magnoliales 50, 51, 169, 171, 172, 173
Magnolianae 171, 172, 173, 174, 176, 177
Magnoliatae 170
Magnoliidae 170, 171, 172
Magnoliophyta 25, 26, 131, 168
Magnoliopsida 25, 26, 170, 171, 172
Malleodendron gloeopus 103, 105
Mallomonas 88, 92
Maloideae 205
Malpighiales 192, 197, 199, 213
Malus 206*
Malus sylvestris 205
Malva neglecta 194
Malva sylvestris 194, 195, 195*
Malvaceae 193, 194
Malvales 191, 193, 194, 195
Malvanae 179, 180, 181, 193, 194, 195, 213, 214
Mangifera indica 216
Manihot utilissima 213
Mansonia 194
Maranta 243
Marattia 149
Marattiaceae 148
Marattiales 149
Marchantia 135
Marchantia polymorpha 131, 132*, 134*, 136
Marchantiales 136
Marchantiopsida 135, 136
Marsilea quadrifolia 152, 152*,153
Marsileaceae 152
Marsileales 152
Mastigocladus laminosus 64
Matteuccia struthiopteris 148, 150
Matthiola incana 200
Medicago falcata 208
Medicago sativa 207
Medullosa 40, 52
Medullosa noei 41*
Medullosaceae 40
Melampyrum nemorosum 227
Melanthiaceae 245
Melilotus officinalis 208
Melissa officinalis 224
Melosira 97, 99
Melosira arenaria 99
Melosira varians 99
Mentha × *piperita* 21
Mentha aquatica 224
Menyanthaceae 222
Mercurialis 213
Mercurialis perennis 213
Meridion 97
Merismopedia 62
Merismopedia punctata 62*
Mesoteniales 126
Mespilus 206*
Metroxylon sagu 237
Metzgeria conjugata 137, 137*
Metzgeriales 136, 137, 137*
Micrasterias 127
Micrasterias denticulata 127*
Microcoleus 65
Microcycas 158
Microcystis 62
Microcystis aeruginosa 62, 65
Microcystis flos-aquae 62, 65
Microspora 120
Minuartia 188
Mischococcales 105
Mnium hornum 134*
Molluginaceae 187
Monarda didyma 225
Monera 58
Moneses 202
Moneses uniflora 202
Monocotyledonatae 170, 234
Monocotyledoneae 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247
Monoraphidales 101
Monostroma 54, 119
Monstera deliciosa 238
Montia 190
Montia minor 190
Moraceae 179
Morus alba 179

BOTANICAL CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Morus nigra 179
Mougeotia 128*
Muntingia 193
Musa × *paradisiaca* 244
Musa 244
Musa basjoo 244
Musa textilis 244
Musaceae 244
Musci 135, 138
Myosotis 20
Myosotis sylvatica 225
Myosoton aquaticum 188
Myosurus minimus 176
Myrtaceae 208, 209
Myrtales 208, 209, 210
Myrtanae 209, 210
Myrtus communis 209
Myxochloris sphagnicola 103, 104, 106
Myxochrysis paradoxa 88

Nageia wallichiana 168
Najadaceae 236
Najadales 235, 236, 237
Najas 236
Najas marina 236
Najas minor 236
Narcissus poeticus 245
Nartheciaceae 245
Navicula 97, 101
Navicula thallodes 101
Naviculaceae 101
Naviculales 101
Nelumbo 174
Nelumbo nucifera 174
Nelumbonaceae 174
Nelumbonales 174
Nemalion 74
Nemalionales 72, 74
Nematodinium 83
Nepenthaceae 196
Nepenthales 196
Nepenthes 196
Nephrolepis exaltata 153
Nereocystis 55, 106, 107, 111
Nereocystis luetkeana 111*
Nerium oleander 25, 222
Netrium 126
Neuropteris 52
Nicotiana alata 223
Nicotiana tabacum 223
Nigella arvensis 175
Nigella sativa 176
Nigritella nigra 247
Nigritella rubra 247
Nitella 130
Nitelloideae 130
Nitzchia bilobata 98
Nitzchia purida 102
Nitzschia 101
Noctiluca miliaris 84, 86, 87
Noctiluca scintillans 87
Noctilucales 86
Noctiluciphyceae 84
Nolanaceae 222
Nostoc 60, 63, 65,
Nostoc commune 62*, 63
Nostoc muscorum 64
Nostocaceae 63
Nostocales 63
Nuphar lutea 174
Nymphaea alba 173, 174*
Nymphaea lotus var. *thermalis* 174
Nymphaeaceae 170, 173
Nymphaeales 173, 174
Nymphaeanae 174
Nymphaeidae 174
Nyssaceae 210

Ochromonas 88, 90, 91
Ochromonas tuberculata 90
Ocinum basilicum 224
Oedogoniales 119, 124, 125*
Oedogonium 86, 120, 121, 124
Oenanthe aquatica 220
Oenothera 210*
Oenothera glazioviana 210
Olea europaea 228, 229*
Oleaceae 228
Oleales 229
Olisthodiscus 89
Onagraceae 208, 210
Ononis arvensis 208
Onopordum acanthium 233
Oodinium 86, 87
Ophiocytium 103, 105
Ophiocytium maximum 103
Ophiocytium parvulum 106
Ophioglossaceae 148
Ophioglossales 148
Ophioglossidae 148

BUDAPEST CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Ophioglossum vulgatum 148
Opuntia 188
Opuntia cochenillifera 189
Opuntia ficus-indica 188
Opuntia fulgida 188
Orchidaceae 25, 247, 247*
Orchidales 247
Oreocnide 181
Ornithocercus magnificus 85
Ornithocercus splendidus 85*
Orobanchaceae 226, 227
Orobanche alba 227
Orobanche caryophyllacea 227
Orobanche cernua 227
Orobanche purpurea 227
Orobanche ramosa 227
Orthilia 202
Orthilia secunda 202
Oryza 20
Oryza sativa 242
Oscillatoria 63, 66
Oscillatoria erythraea 66,
Oscillatoria princeps 59, 62*
Oscillatoria rubescens 59, 65
Oscillatoriaceae 63,
Osmunda regalis 148, 150
Osmundaceae 148, 149
Osmundales 149
Otozamites 48
Ottonia 117
Oxalidaceae 217
Oxalidales 218
Oxalis 218
Oxalis acetosella 218
Oxalis corniculata 218
Oxalis dillenii 218
Oxalis stricta 218
Oxychlorobacteria 58, 66

Padina 107
Padina pavonica 108, 111, 113
Padus mahaleb 205
Paeonia 191
Paeonia banatica 191
Paeonia lactiflora 192
Paeonia mascula 191
Paeonia officinalis 192
Paeonia peregrina 191
Paeonia suffruticosa 192
Paeonia tenuifolia 191
Paeonia triternata 191
Paeoniaceae 191
Paliurus spina-christi 214
Palmae 50, 237
Panax ginseng 219
Pandaceae 213
Pandanaceae 50
Pandorina 54, 118, 128
Pandorina morum 122
Panicum miliaceum 242
Papaver alpinum subsp. *corona-sancti-stephani* 177
Papaver rhoeas 177
Papaver somniferum 175*, 177
Papaveraceae 176, 177
Papaverales 176, 177
Paphiopedilum 247
Papilionaceae 207
Papillaria deppei 139*
Paranema 116
Paraphysomonas 88
Parietaria 20
Parietaria judaica 181
Parietaria lusitanica subsp. *serbica* 181
Parietaria officialis 181
Parnassia 205
Parnassia palustris 205
Paronychia 188
Paronychioideae 188
Parottia 178
Parthenocissus 215
Parthenocissus inserta 215
Parthenocissus quinquefolia 215
Pastinaca sativa subsp. *sativa* 220
Paulownia tomentosa 227
Pavlova 94, 97
Pavlovales 94
Pediastrum 54, 118, 123, 128
Pedinella 88, 89
Pelargonium 218
Pelargonium grandiflorum 219
Pelargonium odoratissimum 219
Pelargonium peltatum 219
Pelargonium radula 219
Pelargonium zonale 218
Peliaina 77
Pelvetia canaliculata 113
Pennatobacillariophycidae 99, 100
Penstemon barbatus 227
Peperomia 172

BOTANISCH CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Peplis 209
Percusaria 118
Peridiniales 81, 85
Peridinium 85, 87
Peridinium tabulatum 85*
Periploca graeca 222
Petroselinum crispum 220
Petunia hybrida 223
Phacus 53, 116, 117
Phacus triqueter 114*
Phaeocystis 96
Phaeocystis pouchetii 96
Phaeodermatium rivulare 88, 92
Phaeophyceae 109, 110
Phaeophyta 106, 110*, 111*, 112*, 113*
Phaeothamniales 92
Phaeothamnion confervicolum 88, 92
Phaeothamniophyceae 91
Phalaris arundinacea subsp. *picta* 242
Phalenopsis 247
Pharbitis purpurea 223
Phaseolus 25
Phaseolus vulgaris 207, 208
Philadelphus coronarius 204
Philodendron 238
Phoenix dactylifera 237
Phoeonix theophrasti 237
Phormiaceae 245
Phormidium 63, 65
Phormidium fragile 64
Phragmites 51
Phycobionta 26
Phyllomitus 77
Phyllophora 74
Phyllophora brodiaei 76
Phyllospadix 237
Phyllocactus 188
Phymatolithon calcareum 77
Phyteuma orbiculare 229
Picea 154, 155, 156, 167
Picea abies 160, 161*, 167
Pilea 181
Pilulariaceae 152
Pimpinella anisum 220
Pinaceae 48, 155, 160, 168
Pinales 154
Pinguicula 228
Pinguicula vulgaris 228
Pinnularia 101
Pinnularia viridis 100*
Pinophyta 131, 153
Pinopsida 25, 154, 155, 156, 157, 160
Pinus 154, 155, 156, 156*, 157
Pinus cembra 160, 167, 168
Pinus larix 22
Pinus longaeva 167
Pinus mugo 160, 167
Pinus nigra 21, 24
Pinus nigra subsp. *banatica* 24, 160
Pinus nigra subsp. *nigra* 24
Pinus nigra subsp. *pallasiana* 24
Pinus nigra subsp. *salzmanii* 24
Pinus pinea 168
Pinus sylvestris 160, 163*
Pinus sylvestris subsp. *turfosa* 167
Piper betel 172
Piper nigrum 172, 173*
Piperaceae 172
Piperales 50, 172, 173
Pisum 25,
Pisum sativum 208
Pitcairnia feliciana 243
Plagiochila porelloides 138
Plagiozamites 48
Plantae 26, 130
Plantaginaceae 226, 227
Plantaginales 226
Plantago 226
Plantago arenaria 226
Plantago coronopus 226
Plantago holosteum 226
Plantago lanceolata 226
Plantago major 226
Plantago media 226
Platanaceae 178
Platanales 178
Platanus 178
Platanus acerifolia 178
Platycerium alcicorne 153
Plectonema 65
Plectonema wollei 62*
Pleurocapsa 63
Pleurocapsales 63
Pleurochrysis 94
Pleurococcus 54, 119, 126
Pleurosigma 101
Plumbaginaceae 191
Plumbaginales 191
Plumbago 191
Plumbago europaea 191

BOTANISCH CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Poa 51
Poa annuua 242
Poa granitica subsp. *disparilis* 242
Poa pratensis 242
Poaceae 241, 241*, 242*
Poales 25, 240, 241, 242, 243
Podocarpaceae 48, 168
Podocarpus 48, 51, 154
Pogonatum aloides 140
Polemoniaceae 222
Polyblepharidaceae 121
Polycarpia 171
Polygala 215
Polygala amara 215
Polygala major 215
Polygala vulgaris 215
Polygalaceae 215
Polygalales 215
Polygonaceae 190
Polygonales 190
Polygonatum odoratum 245
Polygonum amphibium 190
Polygonum aubertii 190
Polygonum aviculare 190
Polygonum bistorta 190
Polygonum orientale 190
Polykrikos 83, 85
Polypodiaceae 148, 151
Polypodiales 150
Polypodiidae 148, 149
Polypodium vulgare 148, 151, 153
Polysiphonia 73*, 75
Polysiphonia lanosa 76
Polystichum lonchitis 150
Polytrichaceae 140
Polytrichales 140
Polytrichidae 138, 140
Polytrichum commune 139*, 140
Polytrichum juniperinum 140
Pontosphaera nigra 94
Populus 20, 198
Populus alba 198
Populus nigra 198, 199*
Populus tremula 198
Porella platyphylla 138
Porphiridium 70
Porphyra 54, 71, 72, 74, 77
Porphyra leucosticta 74, 76
Porphyra yezoensis 74, 77
Porphyridiales 73
Porphyridium 73
Porphyridium purpureum 74
Portulaca 190
Portulaca grandiflora 190
Portulaca oleracea 190
Portulacaceae 190
Posidonia 25
Posidoniaceae 25
Potamogeton 236*
Potamogeton crispus 236
Potamogeton lucens 236
Potamogetonaceae 236
Potamogetonales 235, 236, 237
Potentilla 206*
Potentilla argentea 205
Potentilla emilii-popii 206
Poteriochromonas malhamensis 89
Prasinophyceae 119
Primofilicidae 148
Primula 203
Primula acaulis 203
Primula veris 203
Primulaceae 203
Primulales 191, 202, 203
Primulanae 203
Prochlorococcus marinus 67
Prochloron 66, 66*, 67
Prochloron didemni 66
Prochloron marinus 66
Prochlorophyta 66
Prochlorothrix hollandica 66, 67
Prokarya 57
Prorocentrales 84
Prorocentrum 81, 85
Prorocentrum micans 85
Proteaceae 51
Proteales 174, 178
Protista 67
Protoctista 55, 67, 68
Protogonyaulax 87
Protogonyaulax catenella 87
Protolepidodendron 36
Protoperidinium 87
Protopteridiidae 148
Protopteridium hostimense 37, 148
Protopteris 48
Prunella vulgaris 224
Prunoideae 205
Prunus 206*
Prunus armeniaca 205

BOTANICAL UNIVERSITY LIBRARY

Prunus avium 205, 206*
Prunus cerasifera 205
Prunus domestica 205
Prunus persica 205
Prunus vulgaris 205
Prymnesiales 94
Prymnesiophyta 93, 94*
Prymnesium 93, 94, 96
Prymnesium saltans 94
Psaronius 38, 39, 40*, 52
Pseudocycas 48
Pseudonitzschia 102
Pseudotsuga 155
Psidium guajava 210
Psilophytatae 143
Psilophyton 143
Psilophyton dawsonii 36*,
Psilophytopsida 143
Psilotatae 143
Psilotopsida 143
Psilotum complanatum 143
Psilotum nudum 143
Psychotria ipecacuanha 230
Pteridiaceae 150
Pteridiidae 148, 149
Pteridium 153
Pteridium aquilinum 150, 153
Pteridophyta 131, 141
Pteridopsida 143, 148
Pteridospermales 52, 40, 158
Pterospermum 194
Pulmonaria officinalis 225
Pulsatilla 176
Pulsatilla alba 176
Pulsatilla grandis 176
Pulsatilla montana 176
Pulsatilla patens 176
Pulsatilla pratensis subsp. *hungarica* 176
Punicaceae 208
Pyramimonas 119
Pyrocystis 87
Pyrodinium 87
Pyrola 202
Pyrola rotundifolia 202
Pyrolaceae 202
Pyrus communis 206*
Pyrus pyraster 205

Quercus 25
Quercus cerris 183
Quercus frainetto 183
Quercus pedunculiflora 183
Quercus petraea 183
Quercus pubescens 183
Quercus robur 183, 183*, 184*
Quercus rubra 183

Radula complanata 138
Ranunculaceae 170, 175, 175*, 192
Ranunculales 174, 176, 177
Ranunculidae 174, 176, 177
Ranunculoideae 176
Ranunculus aquatilis 176
Ranunculus auricomus 22
Ranunculus binatus 22
Ranunculus ficaria 176
Ranunculus nodiflorus 21
Ranunculus sceleratus 175*
Raphanus raphanistrum 200
Raphanus sativus 200
Raphia farinifera 237
Raphidioidales 101
Rapistrum perenne 200
Reseda 201
Reseda lutea 201
Reseda luteola 201
Reseda odorata 201
Resedaceae 199, 201
Reynoutria japonica 190
Rhamnaceae 214
Rhamnales 214, 215
Rhamnanae 214, 215
Rhamnus cathartica 214
Rhamnus saxatilis subsp. *tinctorius* 214
Rheum rhabarbarum 190
Rhinantus minor 227
Rhisochromulina 89
Rhizobium leguminosarum 206
Rhizochloridales 104
Rhizochloris stigmatica 103, 104
Rhizosolenia 100
Rhizosolenia alata 100
Rhizosolenia longiseta 100
Rhizosoleniales 100
Rhodiola 204
Rhodiola rosea 204
Rhodobryum roseum 139*
Rhodochaetales 73
Rhododendron 202
Rhododendron myrtifolium 202

BCU SI/CENTRAL UNIT LIBRARY

Rhodomonas 80
Rhodophyceae 72
Rhodophyta 70, 73*
Rhodospora 70
Rhodymenia 75, 77
Rhodymenia palmata 77
Rhodymeniales 72, 75
Rhus typhina 216
Rhynia 36*, 142
Rhynia gwynne-vaughanii 36
Rhynia major 143
Rhyniophyta 36
Ribes 204
Ribes aureum 204
Ribes rubrum 204
Ribes sanguineum 204
Ricinus 213
Ricinus communis 21, 213
Riella 136
Rivularia 64, 65
Rivularia haematites 62*
Rivularia polyotis 62*
Rivulariaceae 64
Robinia pseudacacia 207, 208
Robinia viscosa 208
Rorippa sylvestris 200
Rosa × *polyantha* 21
Rosa 25, 206*
Rosa canina 26, 205, 206*
Rosaceae 25, 26, 205, 206*
Rosales 25, 26, 179, 180, 181, 203, 206, 214
Rosanae 178, 181, 183, 185, 196, 204, 205, 206, 218
Rosidae 170, 178, 179, 180, 181, 183, 185, 192, 193, 195, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 204, 205, 206, 208, 209, 210, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219
Rosmarinus officinalis 224
Rosoideae 205
Rosopsida 174, 176, 177, 178
Roystonea regia 237
Rubia tinctorum 230
Rubiaceae 229, 230
Rubiales 229
Rubus 206*
Rubus caesius 205
Rubus idaeus 205
Rudbeckia hirta 234
Rudbeckia laciniata 234
Rumex acetosa 190
Rumex acetosella 190
Rumex alpinus 190
Rumex crispus 190
Ruppia 236
Ruppia maritima 236
Ruppiaceae 236
Ruscaceae 245
Rutaceae 216, 217
Rutales 208, 216, 217
Rutanae 208, 216, 217

Saccorhiza 107
Sagina 188
Sagittaria sagittifolia 235
Salicaceae 198
Salicales 198
Salicornia herbacea 189
Salix 198
Salix alba 198
Salix capraea 198
Salix cinerea 198
Salix fragilis 198
Salix purpurea 198
Salix viminalis 198*
Salvia officinalis 224
Salvia pratensis 224
Salvia splendens 225
Salvinia natans 152, 152*, 153
Salviniaceae 152
Salviniales 152
Salviniidae 148, 151
Sambucus ebulus 231
Sambucus nigra 230
Sambucus racemosa 231
Sanguisorba officinalis 205
Sanicula europaea 220
Saniculoideae 220
Santalales 211, 212
Santalanae 212
Sapindaceae 216
Sapindales 216, 217
Saponaria 188
Saponaria officinalis 188
Sarcotheca 218
Sargassum 113
Sargassum baccifer 112, 112*
Sarracenia purpurea 196
Sarraceniaceae 196
Satureja hortensis 224
Saxifraga 205

BOTANISCH INSTITUT LIBRARY

Saxifraga adscendes 205
Saxifraga corymbosa 205
Saxifraga cuneifolia 205
Saxifraga hirculus 205
Saxifraga paniculata 205
Saxifraga stolonifera 205
Saxifragaceae 204
Saxifragales 178, 192, 196, 204, 205
Saxifraganae 178, 192, 204, 205
Scabiosa atropurpurea 232
Scabiosa ochroleuca 232
Scapania undulata 137*
Scaphium 194
Scenedesmaceae 122
Scenedesmus 54, 118, 128
Scenedesmus acutus 123*
Scenedesmus quadricauda 122
Schefflera 219
Scheuchzeria 25
Scheuchzeria palustris 25
Scheuchzeriaceae 25
Schizothrix 65
Schoenoplectus lacustris 240
Schyzimenia borealis 71
Scilla bifolia 245
Scirpus maritimus 240
Scirpus sylvaticus 240
Scopolia carniolica 223
Scrophularia 227
Scrophulariaceae 226, 226*, 227
Scrophulariales 226, 227, 228
Scytonema 59, 64, 65
Scytonemataceae 64
Scytosiphon 107
Sedum 204
Sedum acre 204
Sedum maximum 204
Selaginella 36, 141
Selaginella helvetica 144
Selaginella selaginoides 144
Selaginellaceae 144
Selaginellales 144
Selenicereus grandiflorum 188
Sempervivum 204
Sequoia sempervirens 167
Sequoiadendron gigantea 167
Sequoiadendron giganteum 25, 164, 167
Serratula lycopifolia 233
Sigillaria 52
Silene 188
Silene nutans 188*
Silene pendula 188
Silene vulgaris 188
Silenoideae 188
Simmondsiaceae 213
Sinapis alba 200
Sinapis arvensis 200
Siphonales 55, 126
Siphonocladales 126
Solanaceae 222, 223
Solanales 222, 223, 224, 225
Solananae 223, 224, 225
Solanum 223
Solanum dulcamara 223
Solanum melongena 223
Solanum nigrum 223
Solanum tuberosum 223
Soldanella hungarica 203
Soleirolia 181
Solidago canadensis 233
Sonchus arvensis 233
Sophora japonica 207, 208
Sophora jaubertii 207
Sorbus domestica 205
Sorellocolax stellaris 75
Sorgum halepense 242
Spaenophyllum 52,
Sparganiaceae 243
Sparganium emersum 243
Sparganium erectum 243
Sparrmannia 193
Spathyphyllum floribundum 238
Spergularia 188
Sphacelaria 107, 108, 113
Sphacelaria cirrhosa 110
Sphacelariales 110
Sphaerocarpales 136
Sphaerocarpus 136
Sphagnaceae 138
Sphagnales 138
Sphagnidae 138
Sphagnum 104, 132, 133*, 138
Sphagnum fuscum 138
Sphagnum innundatum 138
Sphagnum squarrosum 138
Sphenobaiera 48
Sphenopsida 143, 146
Spinacia oleracea 189
Spiraea 205, 206*
Spiraea 206*

BCU LAUSANNE CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Spireoideae 205
Spirodela polyrhiza 238
Spirogyra 119, 121, 127, 127*, 128
Spirogyra quinina 127*
Spirotaenia 126
Spirulina 63, 65
Spirulina gracilis 63
Spirulina platensis 63
Splachnum luteum 139*
Stachys officinalis 224
Stangeria eriopus 158
Stangeriaceae 157, 158, 167
Staphyleaceae 216
Staurastrum 127
Stellaria 188
Stellaria media 188
Sterculia 194
Sterculiaceae 194
Stigeoclonium 118, 120
Stigonema 64
Stigonema mamillosum 62*
Stigonemataceae 64,
Stipa danubialis 242
Streblonema 110, 113
Streblonema
Strelitzia 243
Strombomonas 115
Stylites 145
Suaeda maritima 189
Surirellaceae 101, 102
Swertia 221
Swillingtonia denticulata 42
Sycopsis 178
Symbiodinium 87
Symphoricarpos albus 231
Symphytum 225*
Symphytum cordatum 21
Symphytum officinale 225
Syndiniophyceae 84
Synechococcus 35
Synechococcus lividus 64
Synedra 101
Synedra gracilis 100*
Synura 88, 92
Synura petersenii 88*
Synura ulvella 92
Synurales 92
Synurophyceae 90, 91
Syracosphaera mediterranea 94
Syracosphaera pulchra 96*
Syringa josikaea 228
Syringa vulgaris 228
Syzygium aromaticum 209

Tabellaria flocculosa 100*
Tagetes patula 234
Takakia 138
Takakiaceae 138
Takakiales 138
Takakiidae 138
Tamus communis 246
Taraxacum officinale 233, 234
Taxacaceae 48, 157, 165
Taxodiaceae 48, 164
Taxodium 154, 167
Taxodium distichum 154, 164, 167
Taxus 154,155, 160
Taxus baccata 165, 165*
Tetragonadales 80
Tetragonidaceae 80
Tetragonidium verrucatum 80
Tetraphis pellucida 139*
Tetraselmis 120
Tetraspora 122
Tetrasporales 120, 122
Tetrasporales
Thea sinensis 192
Theaceae 192
Theales 192, 196
Theanae 179, 180, 181, 190, 191, 192, 196, 202, 203
Theligoniaceae 229
Thelypteris palustris 150, 153
Themidiaceae 245
Theobroma cacao 194, 194*
Thladiantha dubia 198
Thlaspi jankae 200
Thlaspi perfoliatum 200
Thuidium delicatulum 140
Thuja 154
Thuja orientalis 164
Thymeleaceae 208
Thymus pulegioides 224
Tilia 193, 193*
Tilia cordata 193
Tilia platyphyllos 193
Tilia tomentosa 193
Tiliaceae 193
Tmesipteris tannensis 143
Tofieldiaceae 245

BOTANICAL GARDEN CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tolypothrix 65
Tortula 140
Tortula muralis 139*, 140
Tozzia alpina subsp. *carpatica* 227
Trachelomonas 115
Trachomitum venetum 221
Trachycarpus fortunei 237
Tradescantia zebrina 239
Trapa 209
Trapa natans 209
Trapaceae 208, 209
Trebouxia 128
Trentepohlia 128
Tribonema 103, 103*, 104, 105, 106
Tribonema viridis 106
Tribonemales 105
Tribophycaeae 104
Triceratium distinctum 100*
Trichocolea tomentella 137*
Trifolium 25, 208
Trifolium pratense 207, 208
Trilliaceae 245
Triticum estivum 242
Trochodendrales 169
Trollius europaeus 175
Tropaeolaceae 217
Tsuga 155
Tulipa gesneriana 245
Tulipa hungarica 245
Tulipa sylvestris 245
Tussilago farfara 233, 234
Typha 25, 242
Typha angustifolia 242
Typha latifolia 242
Typha laxmanii 242
Typha minima 242
Typhaceae 25, 242, 243
Typhales 242, 243

Ulmaceae 50, 179
Ulmus 179, 179*
Ulmus glabra 179
Ulmus laevis 179
Ulmus minor 179
Ulothrichaceae 124
Ulothrix 54, 118, 119
Ulothrix zonata 124, 124*
Ulotrichales 123, 124*
Ulva 54, 118, 119
Ulva lactuca 124, 124*
Ulva latissima 124
Ulvaceae 124
Umbelliferae 219
Umbellosphaera 94
Undaria 110
Uroglena 92
Uroglena volvox 92
Urospora 120
Urtica 181
Urtica dioica 181
Urtica kioviensis 181
Urtica urens 181
Urticaceae 181
Urticales 179, 180, 181
Urticanae 179, 180, 181
Utrechia 48, 49*
Utricularia 228
Utricularia vulgaris 228
Uvulariaceae 245

Vaccinium 202
Vaccinium corymbosum 202
Vaccinium myrtillus 202, 201*
Vaccinium vitis-idaea 202
Valeriana officinalis 231, 231*
Valerianaceae 231
Vallisneria spiralis 235
Vaucheria 55, 103, 104, 105, 105*, 106
Vaucheriales 105
Veratrum album 245
Verbascum 227
Verbascum nigrum 227
Verbascum phlomoides 227
Verbascum thapsus 226*
Verbenaceae 224
Veronica beccabunga 227
Veronica chamaedrys 227
Veronica orchidea 227
Viburnum lantana 231
Viburnum opulus 231
Vicia 208
Vicia cracca 207, 208
Vicia faba 207, 208
Vinca herbacea 221
Vinca minor 221
Vinca rosea 222
Vincetoxicum hirundinaria 222
Viola 197, 197*
Viola × *wittrockiana* 21, 197
Viola canina 197

BOTANICAL CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Viola odorata 197
Viola reichenbachiana 197
Viola tricolor 197
Violaceae 197
Violales 196, 197, 198, 199
Violanae 197, 192, 197, 198, 199, 200, 201, 213
Viscaceae 212
Viscum 170, 212*
Viscum album 212
Viscum laxum 212
Vitaceae 214, 215
Vitis 215
Vitis sylvestris 215
Vitis vinifera 215
Voltzia 48
Volvocaceae 122
Volvocales 119, 121
Volvox 54, 117, 118, 122*, 128
Volvox globator 122

Waltheria 194
Washingtonia filifera 237
Weltrichia 48
Welwitschia 25, 154, 167
Welwitschia mirabilis 25, 154, 166, 167, 167*
Welwitschiaceae 25, 166, 168
Widdringtonia 167
Williamsonia 45, 48, 157
Wisteria sinensis 208
Wolffia arrhiza 238

Xanthium italicum 233
Xanthium spinosum 233
Xanthophyceae 104
Xanthophyta 56, 103, 105*

Zamia 155, 158
Zamia roezlii 158
Zamiaceae 157, 158, 167
Zamites 48
Zea mays 242
Zingiber 243
Zingiber officinale 244
Zingiberaceae 244
Zingiberales 244
Zingiberidae 234, 243
Zinnia elegans 234
Ziziphus jujuba 214
Zonaria 107
Zoorhabdella 86
Zooxanthelales 86
Zooxanthella 86, 87
Zostera 237
Zostera marina 237
Zostera noltii 237
Zosteraceae 237
Zosterophyllophyta 36
Zosterophyllum 36
Zygnema 119, 127, 128
Zygnematales 126, 127, 127*, 128*
Zygnematophyceae 121
Zygocactus truncatus 188
Zygophyllaceae 216

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

Tiparul s-a executat sub c-da nr. 2319/2008, la
Tipografia Editurii Universităţii din Bucureşti

BCU IASI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

BCU IAŞI/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

B.C.U. „M. EMINESCU" IAŞI

BCU IAS/CENTRAL UNIVERSITY LIBRARY

14914/08

9 789737 375964
LeiN 25